

Aus der konservierenden Abteilung (Leiter Prof. Dr. Dr. W. Ketterl)
der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
(Direktor Prof. Dr. F. Jung)
der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz

Mikroskopische Untersuchungen der Oberflächenbearbeitung von Amalgamfüllungen mit Hilfe der Replika-Technik

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines
Doktors der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz

vorgelegt von

Jochen Bauer
aus Stuttgart

Mainz 1966

Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der konservierenden Abteilung (Leiter Prof. Dr. Dr. W. Ketterl)
der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
(Direktor Prof. Dr. F. Jung)
der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz

Mikroskopische Untersuchungen der Oberflächenbearbeitung von Amalgamfüllungen mit Hilfe der Replika-Technik

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines
Doktors der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz

vorgelegt von

Jochen Bauer
aus Stuttgart

Mainz 1966



Dekan: Prof. Dr. J. Borneff
Referent: Prof. Dr. Dr. P. Riethe
Korreferent: Prof. Dr. Dr. W. Ketterl

Tag der mündlichen Prüfung: 11.11.1966

Inhaltsübersicht

Einleitung	1
Untersuchungsmethoden	6
Untersuchung von Amalgamoberflächen, die mit den verschiedenen im Praxis- gebrauch befindlichen Schleif- und Poliermitteln und Instrumenten be- arbeitet wurden	21
Untersuchung von Amalgamoberflächen, die nach den Vorschlägen verschiedener Autoren der Fachliteratur bearbeitet wurden	47
Diskussion der Ergebnisse	71
Zusammenfassung	109

Einleitung

Es gibt wohl kaum ein Sachgebiet der Zahnheilkunde, das öfters bearbeitet worden ist als das der Amalgamfüllung der Zähne. Der Grund hierfür ist einmal in der Tatsache zu suchen, daß die zahnärztlichen Amalgame als alloplastische Materialien wegen ihres Gehaltes an metallischem Quecksilber Anlaß zu zahlreichen Erörterungen und Untersuchungen über eventuelle toxische Wirkungen gegeben haben. Zum anderen ist mit den besonderen chemischen und physikalischen Eigenschaften, die die Amalgame von allen anderen Legierungen unterscheiden, eine große Zahl von Fehlermöglichkeiten für die Herstellung und Verarbeitung in der zahnärztlichen Praxis verbunden. Außerdem ist zu beachten, daß die Amalgame die bei weitem am häufigsten zur Anwendung kommenden Füllungsmaterialien für Zähne überhaupt darstellen und eine konservierende Therapie bei der derzeitigen Verbreitung der Karies, besonders unter Berücksichtigung sozialer Gesichtspunkte, ohne die Amalgame nicht mehr denkbar ist.

Unter einem Amalgam versteht man eine Legierung, deren eine Komponente Quecksilber darstellt, das mit verschiedenen Metallen verschieden leicht eine Verbindung eingehen kann. Metallkundlich stellen die Amalgame einen Sonderfall unter den Legierungen dar, weil eine Komponente, das Quecksilber, bei Zimmertem-

peratur in flüssigem Zustand vorliegt und für die Herstellung der Legierung keine Schmelz- und Gußvorgänge erforderlich sind. Aus einem flüssigen und einem oder mehreren festen Metallen hergestellt, bleiben sie je nach der Zusammensetzung über einen kürzeren oder längeren Zeitraum plastisch, um innerhalb von 12 bis 24 Stunden in einen festen Zustand überzugehen. (P. Weikart, K. Falck 1959) Diese Eigenschaft macht die Amalgame einerseits zu leicht zu verarbeitenden Füllungsmaterialien, andererseits ist aber zu beachten, daß es sich hierbei um "unedle" Legierungen handelt, deren mechanische und elektrochemische Qualitäten durch entsprechende Verarbeitungsmaßnahmen verbessert werden müssen, um den Erfolg der Füllungstherapie zu gewährleisten. Neben einer ganzen Reihe von Maßnahmen, auf die hier nicht eingegangen werden soll, spielt die Bearbeitung der Füllungsoberfläche im Sinne einer "Veredelung" für die Füllungstherapie eine entscheidende Rolle. Die Notwendigkeit der Oberflächenbearbeitung ergibt sich aus verschiedenen Gesichtspunkten. Unbearbeitet stellt die Amalgamoberfläche, wie an anderer Stelle noch gezeigt werden soll, eine grobkörnige Struktur dar, die einer Retention von Speiseresten und einer Bakterienbesiedelung die besten Möglichkeiten bietet. Unbearbeitete Füllungsoberflächen lassen keine genaue Kontrolle des Randschlusses der Füllung zu, wodurch der Entstehung sekundärer Karies Vorschub geleistet wird. Wie wichtig dieser Gesichtspunkt ist, geht aus einer Veröffentlichung der Göttinger Klinik hervor. (A.Cohnert, 1954) Bei den angestell-

ten Untersuchungen von 10 000 Amalgamfüllungen wurde bei 4 000 ein ungenügender Randschluß gefunden.

Die Notwendigkeit einer Bearbeitung ergibt sich aber nicht nur aus dem Vorteil einer glatten Füllungs Oberfläche mit übersichtlichem Rand, vielmehr kann die Füllung erst nach der Oberflächenveredelung die Forderungen erfüllen, die an einen über längere Zeit in der Mundhöhle verbleibenden Fremdkörper gestellt werden müssen. Als Fremdkörper wird eine unbearbeitete Amalgamfüllung vom Organismus empfunden. (J.A.Köhler, 1959) Diese Tatsache spielt insbesondere dort eine Rolle, wo die Füllungs Oberfläche mit dem reaktionsfreudigen Gewebe der Mundhöhle in Kontakt tritt. Ein weiterer Gesichtspunkt ist der der Korrosion. Unpolierte Amalgamfüllungen korrodieren wesentlich schneller als polierte, teilweise polierte korrodieren schneller als ganz polierte und unpolierte. (J. Rubinstein, 1963) Aus diesen Untersuchungen ergibt sich nicht nur die Notwendigkeit der Politur an sich, sondern auch die der Vollständigkeit dieser Politur. Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß sich durch die Oberflächenbearbeitung auch die kosmetische Wirkung von Amalgamfüllungen ganz entscheidend verbessern läßt.

Gut polierte Amalgamfüllungen sind ihrem Aussehen nach von gegossenen Edelmetallfüllungen weißer Farbe nicht zu unterscheiden, während rauhe, schwarz verfärbte und aus der Kavität "herausquellende" Füllungen kosmetisch außerordentlich ungünstig wirken.

Die Vorteile und die Notwendigkeit einer Oberflächenbearbeitung der Amalgamfüllung liegen also deutlich

zu Tage. Daß dieser Notwendigkeit aber in sehr vielen Fällen nicht entsprochen wird, lehrt die tägliche Erfahrung. Der Grund für diese Tatsache ist einerseits in der Einstellung des Behandelnden zu suchen, dem häufig eine nachträgliche Bearbeitung der Füllung zu aufwendig und zu zeitraubend erscheint, andererseits in der Einstellung des Patienten, dem die "Politur" als eine Maßnahme erscheint, die alleine der Verschönerung der Füllung dient und dem in vielen Fällen der Aufwand einer zusätzlichen Sitzung nicht gerechtfertigt erscheint. Letztlich wird aber die Schuld für einen dem Patienten eventuell entstehenden Nachteil dem Behandelnden zukommen, der verpflichtet ist, den Patienten auf die Notwendigkeit der Oberflächenbearbeitung hinzuweisen. Ebenso, wie es eine Selbstverständlichkeit ist, prothetische Fremdkörper und gegossene Edelmetallfüllungen nur im hochglanzpolierten Zustand einzugliedern, sollte es auch zur Selbstverständlichkeit werden, Amalgamfüllungen erst nach der Politur als fertig anzusehen.

Als ein weiterer Grund für die häufige Unterlassung der Oberflächenbearbeitung der Amalgamfüllung mag die Tatsache eine Rolle spielen, daß in vielen Fällen die Amalgame wegen ihrer besonderen chemischen und physikalischen Eigenschaften nicht als echte Metallegierungen angesehen werden und eine Politur, wie etwa die der Edelmetalllegierungen überhaupt nicht für möglich gehalten wird. Diese Annahme ist aber unberechtigt. Die Amalgame stellen echte Metallegierungen dar, die sich lediglich im Bezug auf wenige Eigenschaften von den anderen Legierungen unterscheiden und deshalb unter diesen eine Sonderstellung einnehmen. Sie las-

sen eine vollständige Hochglanzpolitur zu, wie an anderer Stelle noch zu belegen sein wird.

Bei einer fast unübersehbaren Zahl von Veröffentlichungen über das Thema der Oberflächenbearbeitung der Amalgamfüllung gibt es eine außerordentliche Vielzahl von verschiedenartigen, zum Teil einander widersprechenden Angaben über die Art und den Zeitpunkt des Vorgehens sowie über die zu verwendenden Mittel und Instrumente. Sinn und Ziel der vorliegenden Arbeit soll es deshalb sein, die Anwendung der verschiedenen Methoden und Mittel einer mikroskopischen Untersuchung zu unterziehen und von rein optischen Gesichtspunkten her einen Beitrag zur Beantwortung der Frage zu leisten, auf welche Weise Amalgame ohne allzugroßen Aufwand an Zeit und Hilfsmitteln oberflächlich veredelt und damit zu einem mechanisch und biologisch vollwertigen Füllungsmaterial gemacht werden können.

Untersuchungsmethoden

Für die mikroskopische Untersuchung von Metalloberflächen stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- 1.) Betrachtung der Oberfläche im Auflicht
- 2.) Betrachtung der Oberfläche im Dunkelfeld
- 3.) Betrachtung eines lichtdurchlässigen Abdruckes der Oberfläche im Durchlicht

Eine mikroskopische Betrachtung einer Metalloberfläche im Auflicht und im Dunkelfeld kommt für enorale Untersuchungen nicht in Betracht. Auch außerhalb des Mundes werden die Untersuchungsergebnisse durch das Auftreten störender Reflexe ungünstig beeinflusst. Schon 1939 wurde deshalb von J. Wolf ein Verfahren entwickelt, das sich für die mikroskopische Untersuchung von Metalloberflächen und wegen der Anwendbarkeit in der Mundhöhle speziell von Füllungsflächen sehr gut eignet. Es handelt sich dabei um die sogenannte Replika-Technik. Nach den Angaben von Wolf wird dabei von der zu untersuchenden Fläche durch Bestreichen mit Zelloidinlösung ein Adhäsionsrelief hergestellt, das mittels eines klebenden Zellophanstreifens vom Objekt abgehoben wird. Dieses lichtdurchlässige Adhäsionsrelief kann dann sofort einer mikroskopischen Untersuchung unterzogen werden. Die Mikroreliefs eignen sich auch zur Untersuchung im Elektronenmikroskop, da auch Einzelheiten wiederge-

geben werden, die unterhalb der Größenordnung des Auflösungsvermögens von Lichtmikroskopen liegen.

Die Abdruckmethode von Wolf wurde später von H. Heuser, H. Pantke und G. Oidtmann weiterentwickelt und 1956 beschrieben. Als Abdruckmaterial wird eine Amylazetat-lösung angegeben. Die verhältnismäßig lange Polymerisationszeit von ca. 30 Minuten macht die Methode allerdings für enorale Untersuchungen nur sehr begrenzt verwendbar.

Schließlich beschreibt F. Eifinger (1963) ein Verfahren zur Herstellung von Mikroreliefbildern, das sich für die Untersuchungen der vorliegenden Arbeit als sehr gut geeignet erwiesen hat und deshalb ausschließlich zur Anwendung gekommen ist. Im Prinzip handelt es sich dabei um die gleiche Technik wie bei den oben beschriebenen Methoden, nämlich um die Auflösung eines lichtdurchlässigen Stoffes auf der zu untersuchenden Oberfläche. Der Vorgang bei der Herstellung der Abdrücke ist in der folgenden schematischen Zeichnung dargestellt.

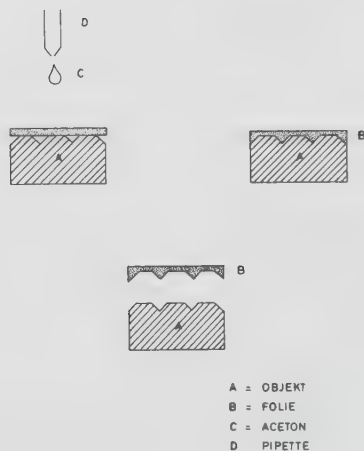


Abb.1 Herstellung der Mikro-
reliefabdrücke, schematisch.

Der Vorteil der von Eifinger beschriebenen Methode liegt in der Vereinfachung der Technik durch die Verwendung einer fertigen Folie als Abdruckmaterial. Eine sehr kurze Polymerisationszeit von ca. 30 Sekunden ermöglicht die Durchführung der Untersuchungen in der Mundhöhle bei einem sehr geringen Zeitaufwand. Als Ab-

druckmaterial wird eine Zelluloseazetobutyratfolie in einer Dicke von 0,04 mm benutzt, die von der Firma Bayer unter der Bezeichnung "Triafol BN" entwickelt und uns freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurde. Die in der gewünschten Form zugeschnittene Folie wird mit einigen Tropfen Azeton auf der gereinigten und entfetteten Oberfläche aufgelöst, wobei sie sich dem Oberflächenrelief in allen Einzelabschnitten eng anlegt. Bei der Lösung mit Azeton verschwindet die der Folie eigene Struktur und es entsteht nach der Polymerisation ein wasserhelles und vollkommen lichtdurchlässiges Adhäsionsrelief.

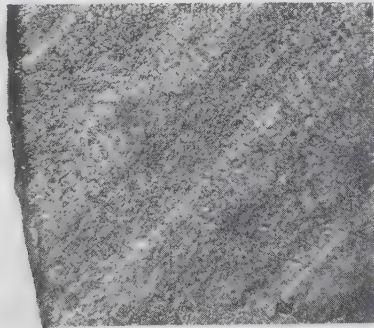


Abb.2 Abdruckmaterial "Triafol BN"
vor der Behandlung mit Azeton.

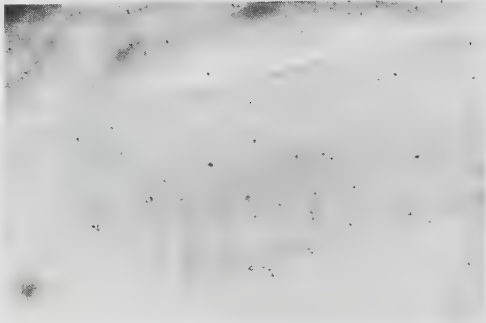


Abb.3 Abdruckmaterial "Triafol BN"
mit Azeton gelöst, nach der
Polymerisation.

Mit einer Pinzette kann die erhärtete Folie nach ca. 30 Sekunden sehr einfach von der Oberfläche abgehoben werden. Nach eigenen Erfahrungen führt jeder Feuchtigkeitszutritt während der Polymerisation zu einer Trübung des Reliefabdruckes und ist deshalb peinlichst zu vermeiden. Aus dem gleichen Grund ist als Lösungsmittel auch nur reines, wasserfreies Azeton pro analysi brauchbar. Unter Beachtung dieser Maßregeln lassen sich ohne großen Aufwand an Zeit und Hilfsmitteln Reliefab-

drücke von praktisch allen feinstrukturierten und trockenbaren Oberflächen gewinnen. So haben auch Abdrücke trockengelegter Schleimhäute zu befriedigenden Ergebnissen geführt. (P.Riethe, 1964)

Die fertigen Folienabdrücke werden zweckmäßigerweise unter einem Deckglas mittels eines Klebstoffes auf einem Objektträger staubdicht eingeschlossen und können nun sofort untersucht, oder, was ein weiterer, sehr wesentlicher Vorteil dieses Verfahrens ist, beliebige Zeit später zur Untersuchung herangezogen werden, da die erhärtete Folie keinerlei Veränderungen mehr unterliegt.

Als zweckmäßige Form der Folienstücke für die Untersuchungen dieser Arbeit haben sich kreisrunde Scheibchen mit einem Durchmesser von 5 mm erwiesen, wie sie sehr einfach mit einem Papierlochgerät aus den Folienbögen ausgestanzt werden können.



- A = OBJEKTTRÄGER
- B = DECKGLAS
- C = KLEBSTOFF
- D = FOLIENABDRUCK

Abb.4 Vorbereitung des Reliefabdruckes für die mikroskopische Betrachtung, schematisch.

Für die mikroskopische Untersuchung der Folienabdrücke stehen wiederum verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung:

1. Untersuchung im zentral durchfallenden Licht.
2. Untersuchung im Stereomikroskop.
3. Untersuchung nach Metallbedampfung des Folienabdruckes.
4. Untersuchung im zentral durchfallenden Licht mit zusätzlicher seitlicher Beschattung.

Bei der Betrachtung der lichtdurchlässigen Folienabdrücke im einfachen Lichtmikroskop bei zentral durchfallendem Licht entsteht nach Wolf ein sogenanntes Strukturbild, d.h. es werden lediglich Dickenunterschiede der Folie optisch zum Ausdruck gebracht, das Bild erscheint flach, die Vertiefungen und Erhabenheiten der Folie stellen sich nicht dar.

Die Betrachtung der Folienabdrücke im Stereomikroskop bringt befriedigende Ergebnisse.

Nach einem Vorschlag von J. Vendrine, R. Frank und J.J. Perret (1954) können Folienabdrücke unter einem Winkel von 30° mit Silber bedampft werden. Die optische Auswertung erfolgt dann im Phasenkontrastmikroskop. Aus technischen Gründen wurde auf die Anwendung dieser Methode in der vorliegenden Arbeit verzichtet.

Als einfachste Methode mit einem voll befriedigenden Ergebnis hat es sich erwiesen, die Reliefabdrücke im einfachen Lichtmikroskop bei zentral durchfallendem Licht und einer zusätzlichen seitlichen Beschattung zu betrachten. Zur Anwendung kam bei unseren Untersuchungen ein einfaches Kursmikroskop der Firma Winkel-Zeiss, Göttingen mit einer 60fachen Vergrößerung. Diese Vergrößerung wurde einheitlich für alle Objekte gewählt, da sie einerseits ausreicht, um alle im Zusammenhang mit der Aufgabenstellung dieser Arbeit interessierenden Einzelheiten darzustellen, andererseits in jedem Falle ein ausreichend großer Bildausschnitt gewonnen werden konnte.

Der Effekt der seitlichen Beschattung des Reliefabdruckes wurde durch eine entsprechende Einstellung des Kondensors des Mikroskopes ohne zusätzliche Beleuchtungseinrichtung erzielt. Die seitliche Beschattung der Folien ergibt einen plastischen Eindruck, der die Erhabenheiten und Vertiefungen, aus denen der Abdruck besteht, sehr gut wiedergibt. Die photographische Darstellung der Reliefabdrücke erfolgte mit Hilfe einer Spezialkamera der Firma Carl Zeiss, Oberkochen, die mit einem sogenannten Grundkörper, einem Photozellengehäuse, einem Belichtungsmeßgerät und einem Aufsatzring auf das Mikroskop aufgesetzt wurde. Als Aufnahmematerial kam ein hochempfindlicher Rollfilm mit einem Bildformat von 24 mal 36 mm zur Verwendung. Durch die Vergrößerung auf das endgültige Bildformat von 70 mal 100 mm ergibt sich für alle photographischen Darstellungen eine 180 fache Vergrößerung der untersuchten Objekte. Die einheitliche Vergrößerung ermöglicht es,

auch quantitative Aussagen, etwa über die Breite von Randspalten oder von Bearbeitungsspuren direkt aus dem Bildmaterial zu entnehmen.

Zur Erläuterung der photographischen Darstellungen von Amalgamfüllungen wurden die verschiedenen Objekte dieser Darstellung mit Zeichen der nachstehenden Bedeutung versehen:

F = Füllungsoberfläche

Z = Zahnoberfläche

R = Randspalt

Bei dieser Arbeit zugrundeliegende Aufgabe, nämlich die Wirkungsweise verschiedener Instrumente und Bearbeitungsmittel auf Amalgamoberflächen optisch darzustellen, gliedert sich in folgende Teilaufgaben.

I. Untersuchung von Amalgamoberflächen, die mit verschiedenen im Praxisgebrauch befindlichen Schleif- und Polierinstrumenten und Mitteln bearbeitet wurden.

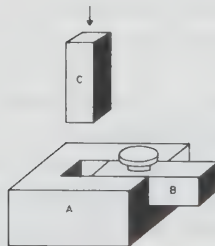
II. Untersuchung von Amalgamoberflächen, die nach den Vorschlägen verschiedener Autoren der Fachliteratur bearbeitet wurden.

Bei den Untersuchungen wurden folgende Wege des Vorgehens beschritten:

1. Untersuchung der verschiedenen Bearbeitungsvorgänge an genormten Amalgamproben:

Am nächstliegenden wäre es wohl, fertig bearbeitete Amalgamfüllungen im Munde des Patienten zu untersuchen. Dieses Vorgehen ist aber mit dem Nachteil behaftet, daß auf diese Weise die Wirkung der einzelnen Arbeitgänge und Bearbeitungsmittel nicht differenziert dargestellt werden kann. Außerdem ist zu beachten, daß praktisch jede klinische Füllung eine andere Zusammensetzung der Legierungsbestandteile aufweist. Das Ausmaß der Kondensierung und damit auch die Oberflächenqualität ist natürlicherweise bei verschiedenen klinischen Füllungen verschieden und auch innerhalb einer Füllung liegen verschieden kondensierte Füllungsanteile vor. Für eine grundlegende Darstellung der verschiedenen Bearbeitungsvorgänge erschien es uns deshalb sinnvoll und auch notwendig, dieselben an genormten Amalgamproben vorzunehmen. Die Proben können aus gleichen Legierungsanteilen zusammengesetzt und in gleicher Weise kondensiert werden. So werden die anzuwendenden Mittel und Instrumente praktisch unter gleichen Versuchsbedingungen erprobt und ihre Wirkungsweise untersucht. Der Aussagewert der so gewonnenen Darstellungen ist höher zu bewerten als bei Untersuchungen, deren Durchführung stark von Zufällen abhängig ist, wie etwa bei den unübersichtlichen Mundverhältnissen. Die Amalgamproben, die in den folgenden Untersuchungen zur Verwendung kamen, wurden mittels eines ein-

fachen, zu diesem Zwecke konstruierten Gerätes hergestellt. Es handelt sich dabei um einen Stahlblock mit einer Aussparung, die mit einem feststellbaren Schieber einen quadratischen Hohlraum mit einer Seitenlänge von 10 mm einschließt. In diese Hohlform wurde nach Isolierung durch einen Ölfilm das mittels eines Dosiergerätes hergestellte Amalgam eingebracht und mit einem Stahlstempel, der in die Öffnung der Hohlform eingepaßt wurde, jeweils mit gleichem Druck kondensiert.



A = HOHLFORM
B = VERSTELLBARER SCHIEBER
C = KONDENSIERSTEMPEL

Abb.5 Hohlform zur Herstellung
der genormten Amalgamproben.

Jeweils eine Fläche der in der beschriebenen Hohlform hergestellten Amalgamwürfel wurde mit feinem Schmirgel geglättet, mit feuchtem Bimssteinmehl und Filzrad geschliffen, mit feuchter Schlammkreide und Ziegenhaarbürste poliert und zusätzlich mit einem Hochglanz durch Eisenoxyd versehen. (Siehe Abb.6) Auf dieser hochglanzpolierten Fläche wurde nun die Wirkungsweise der einzelnen Schleif- und Poliermittel, sowie der verschiedenen, üblicherweise bei der Amalgambearbeitung zur Anwendung gelangenden Instrumente und Bearbeitungsmethoden untersucht. Jeweils nach einer Einwirkung oder nach einem Arbeitsgang wurde die Fläche wieder auf die gleiche Weise mit Hochglanz versehen. Es war dadurch gewährleistet, daß jedes Mittel und jedes Instrument an einer gleichwertigen Fläche angriff und so alle unter gleichen Bedingungen geprüft werden konnten. Dadurch, daß jedes Mittel einzeln zur Anwendung kam, wurde eine Überlagerung einzelner Arbeitsgänge vermieden. Da die Einwirkung von Poliermitteln und Instrumenten auf eine polierte Fläche nicht festgestellt werden kann, wurde dieselbe auf einer mit Bimssteinmehl geschliffenen Fläche erprobt. Die hier geschilderte Versuchsanordnung geht auf einen Vorschlag von J.R.Grundy, (1959) zurück. Neben diesem Vorgehen wurde auch die Einwirkung verschiedener Instrumente und Mittel aufeinander an Hand der Amalgamproben untersucht. Außerdem war es möglich, das Verhalten des Amalgams an der Kavitätenwand, hier an der Stahlwand der Hohlform grundsätzlich zu beobachten und zur Darstellung zu bringen. Es wurde darauf

verzichtet, die Bearbeitungsversuche an verschiedenen Amalgamen vorzunehmen. Für alle Untersuchungen kam das Silber-Amalgam "Standalloy" der Firma Degussa zur Anwendung.

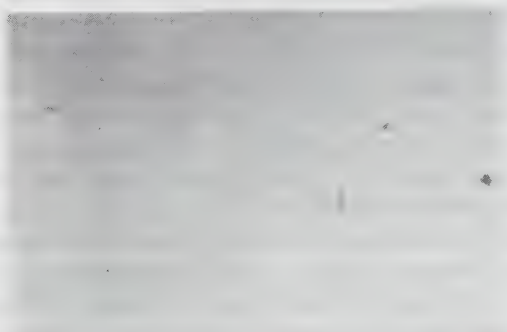


Abb.6 Fläche einer Amalgamprobe
Hochglanz durch Eisenoxyd.

2. Untersuchung der verschiedenen Bearbeitungsvorgänge an Amalgamfüllungen, die ausserhalb des Mundes an extrahierten Zähnen unter Phantombedingungen hergestellt und bearbeitet wurden:

Aus den oben angeführten Gründen ist es in vielen Fällen nicht möglich, sie direkt im Munde des Patienten an Amalgamfüllungen vorzunehmen.

So ist z.B. die Replika-Technik nicht dazu geeignet, approximale Füllungsoberflächen im Munde zur Darstellung zu bringen, da die Folie interdental nicht eingebracht werden kann und die feuchte Um-

gebung der sezernierenden Interdentalpapille eine Trübung des Abdruckes bewirken würde. Die Untersuchungen unter Phantombedingungen sind aber in diesen Fällen in ihrer Aussagekraft den Untersuchungen in der Mundhöhe selbst weitgehend gleichwertig zu beurteilen. Die Untersuchungen an approximalen Füllungsflächen wurden deshalb so vorgenommen, daß eine geschlossene Zahnreihe aus natürlichen extrahierten Zähnen mit Kontaktpunkten und Nachbildung der Interdentalpapille in Gips hergestellt wurde. Nach der Präparation der Kavitäten und nach Einbringung und Bearbeitung der Füllungen wurden die Zähne durch Zersägen des Gipsblockes getrennt und die nun zugänglichen Füllungsoberflächen der Untersuchung unterzogen.

3. Klinische Untersuchung der verschiedenen Bearbeitungsvorgänge und fertiger Amalgamfüllungen im Mund des Patienten:

Schließlich wurden Untersuchungen der Amalgamoberflächen und ihrer Bearbeitung unter klinischen Bedingungen am Patienten selbst durchgeführt. Dieses zusätzliche Vorgehen wurde als unerlässlich angesehen, da es sich um eine Übertragung der vereinfachten Bedingungen an den Amalgamproben und den Phantombedingungen auf die unübersichtlichen und eingeengten Mundverhältnisse handelt, unter denen auch der praktisch tätige Zahnarzt Amalgamfüllungen einzubringen und zu bearbeiten hat. Es wurde dabei versucht, die in den obengenannten Verfahren gewonnenen Erkennt-

nisse und Erfahrungen auf die Füllungstherapie im natürlichen Gebiß zur Anwendung zu bringen.

- I. Untersuchung von Amalgamoberflächen,
die mit den verschiedenen im Praxis-
gebrauch befindlichen Schleif- und
Polierinstrumenten und Mitteln bear-
beitet wurden.

Für die Oberflächenbearbeitung von Amalgamfüllungen befindet sich im Praxisgebrauch eine Vielzahl von Instrumenten und Mitteln. Dabei handelt es sich nicht um speziell für die Amalgambearbeitung geeignete Mittel und Instrumente, sondern sie sind alle Metallbearbeitungsinstrumente und Mittel. Die am häufigsten vorgeschlagenen und gebrauchten von ihnen wurden von uns auf ihre Wirkungsweise hin untersucht. Sie sind in der folgenden Tabelle zur Übersicht dargestellt.

Tabelle I

Instrumente zur Oberflächen- bearbeitung von Metallen.	Mittel zur Oberflächen- bearbeitung von Metallen.
Steine verschiedener Korngröße	Korundpulver verschiedener
Fissurenbohrer	Korngröße
Rosenbohrer	Bimssteinmehl
Finierer	Vorschleifpaste "Degussa"
Schmirgelscheiben verschiedener	Tripel
Korngröße	Schlämmkreide
Gummipolierer	Zahnpaste
Schmirgelstreifen verschiedener	Zinkoxyd
Korngröße	Zinnoxid
Unbelegte und glatte Leinenstr.	Aluminiumoxyd
Filzkörper	Eisenoxyd
Harte Bürsten	Spezialpaste "Prolypol"
Holzkörper	"ZP-Paste"
Ziegenhaarbürste	
Wollrad	
Lederpolierer	
Leinenpolierer	
Schlagpolierer	
Kugelpolierer	
Wattepolierer	
Spezialbürste "Prophylactic"	
(Elektr. Zahnbürste "Broxodent")	

Instrumente

Steine verschiedener Korngröße (Korborundumsteine, Korundsteine, Sandsteine, Arkansassteine)

Die mit grobem Stein bearbeitete Amalgamoberfläche weist lange, parallele, tiefe Furchen auf. Innerhalb des Furchenreliefs sind deutliche Oberflächendefekte zu erkennen. (Abb.7)

Feine, gleichmäßig gekörnte Steine hinterlassen kurze, seichte, scharfgratige Furchen mit Oberflächendefekten geringeren Umfangs. (Abb.8)

Arkansassteine verursachen kurze, flache Rillen. (Abb.8)

Fissurenbohrer:

Fissurenbohrer hinterlassen eine uneinheitliche Oberflächenstruktur. Neben kurzen, breiten, flächenhaften Spuren sind auch lange, schmale, tiefgreifende Rillen zu beobachten. (Abb.10)

Rosenbohrer:

Je nach der Größe entstehen breitere oder schmälere, unterbrochene, flache Rinnen, innerhalb derselben kurze, scharfgratige, mehr oder weniger tiefgreifende Kratzer. (Abb.11)

Finierer: Die Wirkung eines scharfen, kugelförmigen Finierers entspricht der eines Rosenbohrers. Der stumpfe Finierer dagegen verursacht unregelmäßige, flache, kürzere und längere Spuren unterschiedlicher Breite, die in der Drehrichtung des Instrumentes treppenförmig abgesetzt sind. (Abb. 12)

Schmirgelstreifen und Schmirgelscheiben unterschiedlicher Korngröße:

Schmirgelstreifen mit feinem Korn hinterlassen lange, parallele, scharfgratige Rinnen unterschiedlicher Breite und Tiefe. (Abb. 13)

Grobkörnige Schmirgelstreifen verursachen ebenfalls lange, parallele, scharfgratige Rinnen sehr unterschiedlicher Tiefe und Breite, wobei kleine Oberflächendefekte zu erkennen sind. (Abb. 14)

Die Spuren der Schmirgelscheiben entsprechen denen der Schmirgelstreifen, mit dem Unterschied, daß sie nicht parallel verlaufen, sondern sich überschneiden.

(Abb. 15)

Gummi-polierer verschiedener Korngröße (blau, rot, weiß, "Aaba"):

Der grobkörnige blaue Gummi verursacht unterschiedlich lange, unterschiedlich tiefe und unterschiedlich breite Spuren, so daß ein uneinheitliches Oberflächenrelief entsteht. Außerdem sind kleine Materialdefekte zu beobachten. (Abb. 16)

Die Wirkung der roten und weißen Gummi-polierer entspricht der der blauen, mit dem Unterschied, daß die Vertiefungen weniger tief reichen und keine Materialdefekte zu beobachten sind. (Abb. 17 und 18)

Die Wirkung des "Aaba"-Polierers entspricht der des roten Gummis. (Abb. 19)

Filzkörper (Räder, Spitzen, Kegel):

Es entstehen vereinzelte, lange, schmale, seichte und sich überschneidende Spuren. (Abb. 20)

Harte Bürsten (Räder, Pinsel, Becher):

Die bearbeitete Fläche weist vereinzelte, sich überschneidende Kratzer unterschiedlicher Länge, Breite und Tiefe auf. (Abb. 21)

Ziegenhaarbürste, Wollrad, Lederpolierer, Leinwandpolierer, Wattedolierer:

Auf der hochglanzpolierten Fläche entstehen durch diese Instrumente keinerlei Schleifspuren.

Schlagpolierer:

Die charakteristischen Spuren dieses Instrumentes sind breite, flache Rinnen, das bearbeitete Material ist in der Schlagrichtung treppenförmig abgesetzt, es scheint dachziegelartig übereinandergeschoben.

(Abb. 22)

Kugelpolierer:

Die Einwirkung ist zu erkennen an breiten, sehr flachen, durchgehenden Rinnen. Daneben sind lange, schmale, parallele, seichte Kratzer zu erkennen. (Abb. 23)

Spezialbürste "Prophylactic"

Sie unterscheidet sich in ihrer Wirkung nicht von der anderer harter Bürsten.

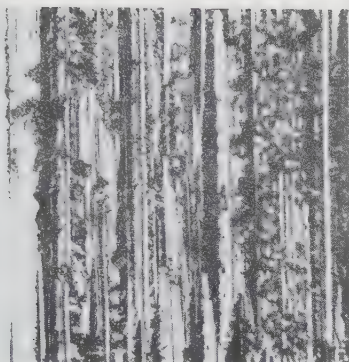


Abb.7 Amalgamprobe, bearbeitet
mit grobem Schleifstein.

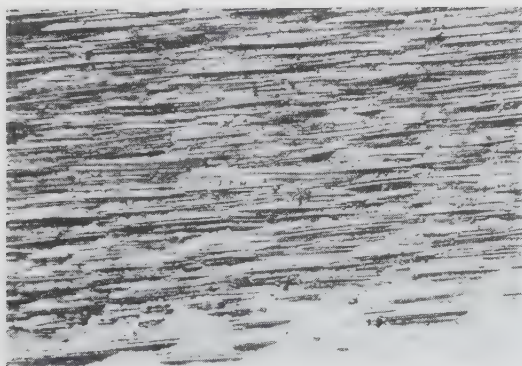


Abb.8 Amalgamprobe, bearbeitet mit
feinkörnigem Schleifstein.

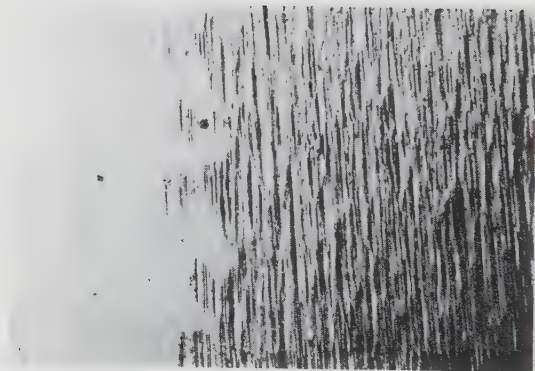


Abb.9 Amalgamprobe, bearbeitet
mit Arkansasstein.

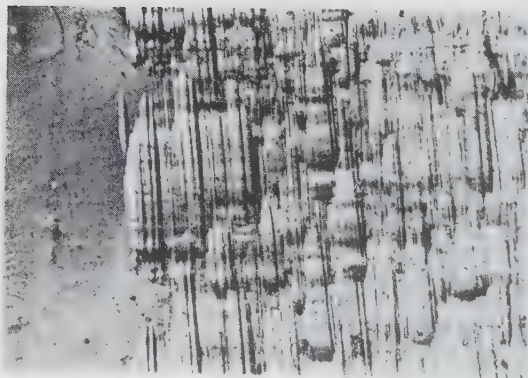


Abb.10 Amalgamprobe, bearbeitet
mit Fissurenbohrer

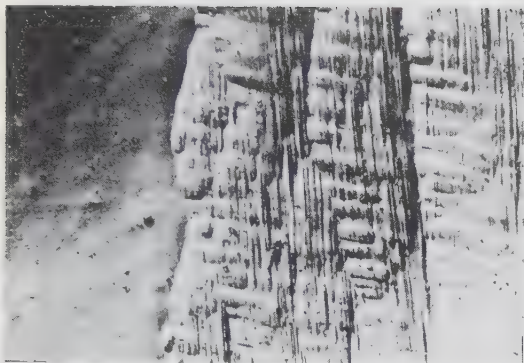


Abb.11 Amalgamprobe, bearbeitet
mit Rosenbohrer.



Abb.12 Amalgamprobe, bearbeitet
mit Finierer.



Abb.13 Amalgamprobe, bearbeitet mit feinkörnigem Schmirgelstreifen.



Abb.14 Amalgamprobe, bearbeitet mit grobkörnigem Schmirgelstreifen.



Abb.15 Amalgamprobe, bearbeitet mit
Schmirgelscheibe mittlerer
Korngröße.



Abb.16 Amalgamprobe, bearbeitet mit
grobkörnigem blauem Gummi-
schleifer.



Abb.17 Amalgamprobe, bearbeitet mit
rotem Gummischleifer mittlerer
Korngröße.

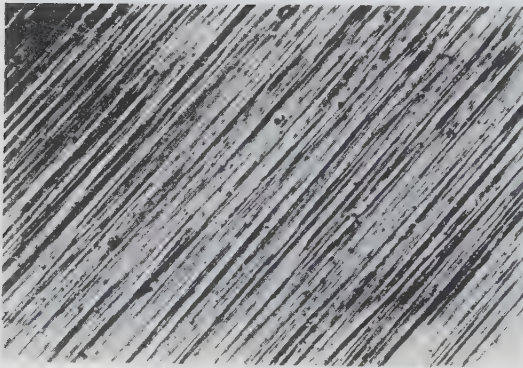


Abb.18 Amalgamprobe, bearbeitet mit
feinkörnigem weißem Gummi-
schleifer

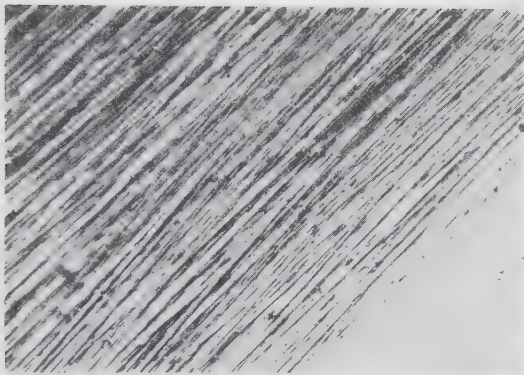


Abb.19 Amalgamprobe, bearbeitet
mit "Aaba"-Gummischleifer.



Abb.20 Amalgamprobe, bearbeitet
mit Filzkörper.

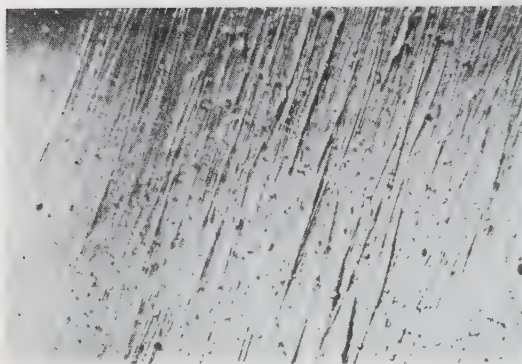


Abb.21 Amalgamprobe, bearbeitet
mit harter Bürste.

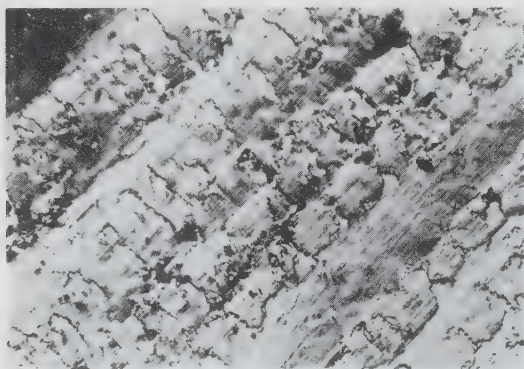


Abb.22 Amalgamprobe, bearbeitet
mit Schlagpolierer.



Abb.23 Amalgamprobe, bearbeitet
mit Kugelpolierer.

Bearbeitungsmittel

Korundpulver, mittlere Korngröße: (rotierende Einw.)

Es entstehen unregelmäßige, unterschiedlich tiefe, scharfkantige Spuren, insgesamt ein uneinheitliches, stark aufgerauchtes Oberflächenrelief. (Abb. 24)

Bimssteinmehl:

Mit einem Filzkörper aufgebracht entstehen lange, parallele Schleifspuren unterschiedlicher Breite und Tiefe. Da die schmalen Spuren zahlenmäßig überwiegen, entsteht insgesamt ein einheitliches Oberflächenrelief mit einzelnen tieferen und breiteren Schleifspuren. (Abb. 25)

Mit dem feinkörnigen, weißen Gummikelch aufgebracht entstehen Schleifspuren gleicher Breite und Tiefe, jedoch kürzer und unregelmäßiger als bei Aufbringung mit dem Filzkörper und sich vielfach überschneidend. (Abb. 26)

Vorschleifpaste "Degussa":

Mit der harten Bürste aufgebracht entsteht ein Oberflächenrelief, das durch lange, sich überschneidende Schleifspuren unterschiedlicher Breite und Tiefe gekennzeichnet ist. (Abb. 27)

Tripel:

Mit einer Ziegenhaarbürste aufgebracht verursacht Tripel zahlreiche feinste Schleifspuren. (Abb. 28)

Schlammkreide:

Mit einer weichen Bürste aufgebracht hinterläßt Kreide keinerlei Spuren einer Einwirkung auf einer hochglanzpolierten Amalgamoberfläche. (Abb. 29)

Die Einwirkung von Schlammkreide auf eine mit grobem Schmirgel geschliffene Amalgamfläche ergibt das Bild einer teilweisen Politur, tiefe Schleifspuren sind erhalten geblieben. (Abb. 30)

Zahnpaste

Mit einer weichen Bürste auf eine hochglanzpolierte Amalgamoberfläche aufgebracht hinterläßt die Zahnpaste deutliche Schleifspuren, die als lange, schmale Kratzer imponieren. (Abb. 31)

Auf einer mit Bimssteinmehl geschliffenen Fläche läßt sich eine Polierwirkung feststellen, wobei die oben beschriebenen Schleifspuren allerdings keine vollständige Politur zulassen. (Abb. 32)

"Zp"-Paste:

Auf der polierten Fläche hinterläßt die mit weicher Bürste aufgebrachte Paste deutliche Schleifspuren, die als schmale, lange Kratzer zu erkennen sind.

(Abb. 33)

Die Polierwirkung auf eine geschliffene Fläche ist gering. (Abb. 34)

Zinnoxid:

Auf der polierten Fläche entstehen keine Spuren.

Auf der geschliffenen Fläche entsteht durch die Einwirkung ein Hochglanz mit geringfügigen Kratzern.

(Abb. 35)

Aluminiumoxyd:

Auf der polierten Fläche entstehen keine Spuren.

Auf der geschliffenen Fläche wird eine kratzerfreie Politur mit geringfügigen Unebenheiten erzielt.

(Abb. 36)

Zinkoxyd:

Die Einwirkung auf die polierte Fläche und auf die geschliffene Fläche ergeben ein gleichwertiges Bild:

unvollständige Politur mit zahlreichen feinen Schleifspuren. (Abb. 37)

Eisenoxyd:

Auf der polierten Fläche entstehen keine Spuren.

Auf der mit Bimssteinen geschliffenen Fläche wird ein ebener, kratzerfreier Hochglanz erzielt.

(Abb. 38)

Die Einwirkung auf eine mit feinem Schmirgel geschliffene Fläche ergibt eine nicht ganz vollständige Politur mit zahlreichen feinen Unebenheiten. (Abb. 39)

Spezialpaste "Prolypol":

Auf der polierten Fläche ergeben sich bei Aufbringen mit weicher Bürste keine Spuren. Beim Aufbringen mit der Spezialbürste "Prophyplactic" sind deutliche Schleifspuren zu erkennen. (Abb. 40)

Mit weicher Bürste auf eine geschliffene Fläche aufgebracht, entsteht nach kurzer Einwirkung ein vollkommener Hochglanz. (Abb. 41)

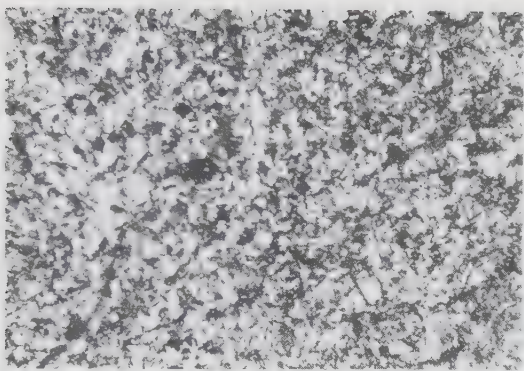


Abb.24 Amalgamprobe, bearbeitet mit
Korundpulver mittlerer Korngröße
unter rotierender Einwirkung.

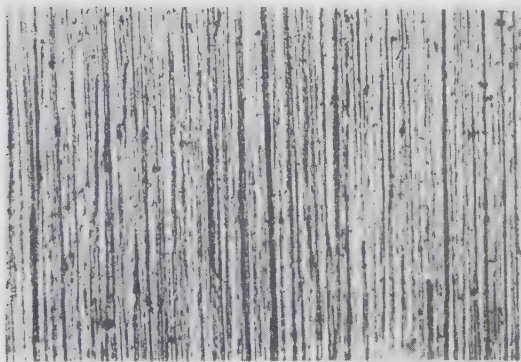


Abb.25 Amalgamprobe, bearbeitet mit
Filzkörper und Bimssteinmehl.

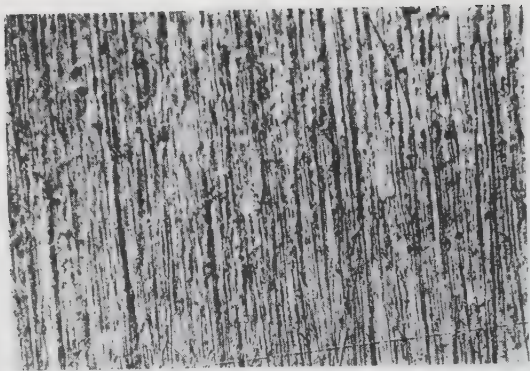


Abb.26 Amalgamprobe, bearbeitet mit feinkörnigem, weißem Gummikelch und Bimssteinmehl.

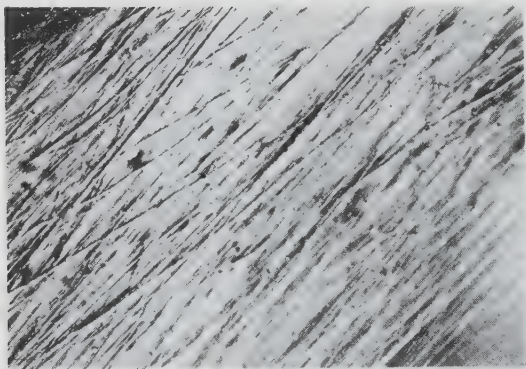


Abb.27 Amalgamprobe, bearbeitet mit harter Bürste und Vorschleifpaste "Degussa".



Abb.28 Amalgamprobe, bearbeitet mit
Ziegenhaarbürste und Tripel



Abb.29 Amalgamprobe, bearbeitet mit
Schlammkreide und Ziegenhaar-
bürste.

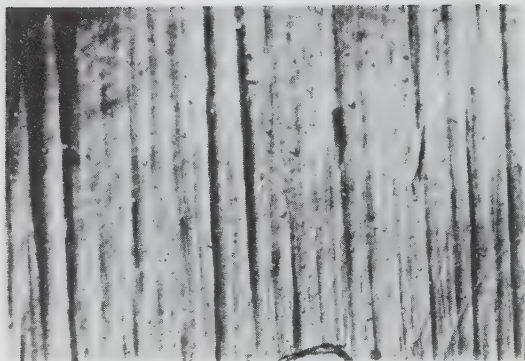


Abb.30 Amalgamprobe, mit grobem Schmirgel geschliffen, bearbeitet mit Schlämmkreide.

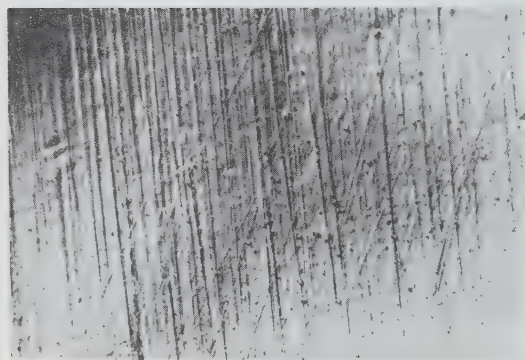


Abb.31 Amalgamprobe, bearbeitet mit weicher Bürste und Zahnpaste.

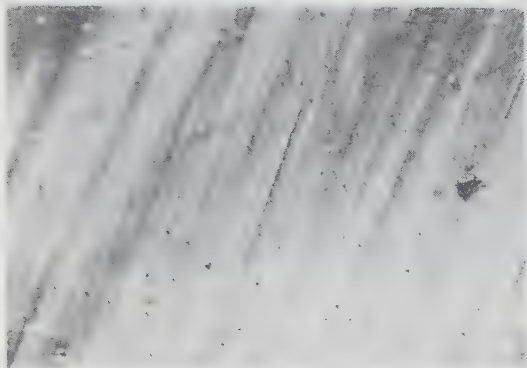


Abb.32 Amalgamprobe, geschliffen mit
Bimssteinmehl, bearbeitet mit
weicher Bürste und Zahnpaste.



Abb.33 Amalgamprobe, bearbeitet mit
weicher Bürste und "Zp"-Paste.

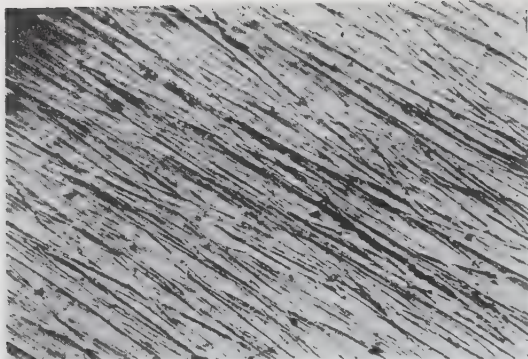


Abb.34 Amalgamprobe, geschliffen mit
Bimssteinmehl, bearbeitet mit
weicher Bürste und "Zp"-Paste.

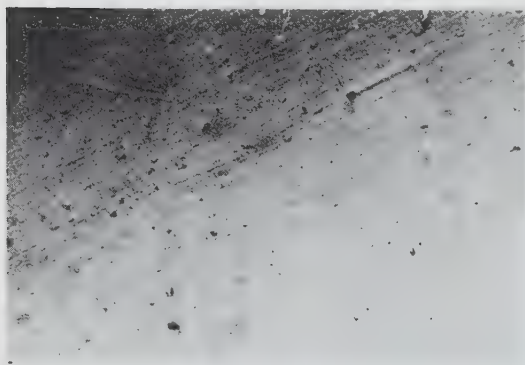


Abb.35 Amalgamprobe, geschliffen mit
Bimssteinmehl, bearbeitet mit
weicher Bürste und Zinnoxid

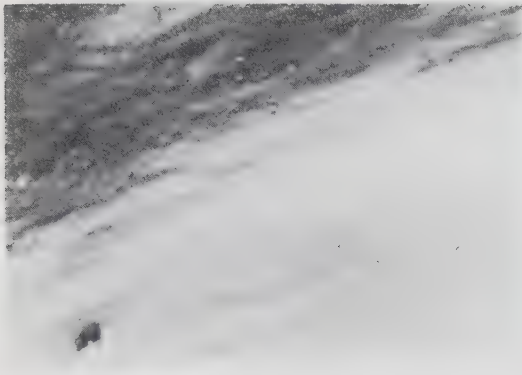


Abb.36 Amalgamprobe, geschliffen mit
Bimssteinmehl, bearbeitet mit
weicher Bürste und Aluminiumoxyd.

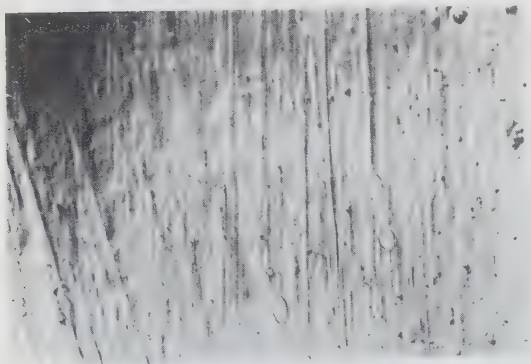


Abb.37 Amalgamprobe, geschliffen mit
Bimssteinmehl, bearbeitet mit
weicher Bürste und Zinkoxyd.

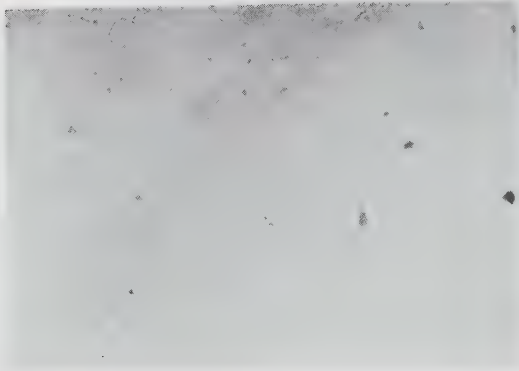


Abb.38 Amalgamprobe, geschliffen mit
Bimssteinmehl, bearbeitet mit
weicher Bürste und Eisenoxyd.

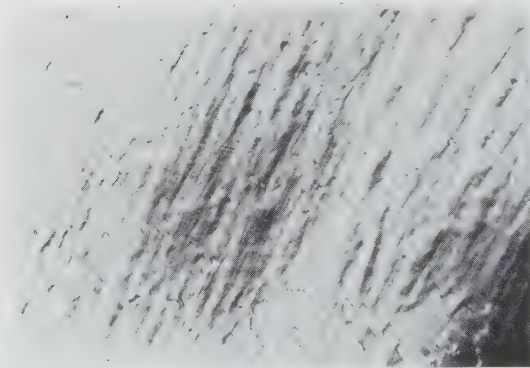


Abb.39 Amalgamprobe, geschliffen mit
feinem Schmirgel, bearbeitet mit
weicher Bürste und Eisenoxyd.

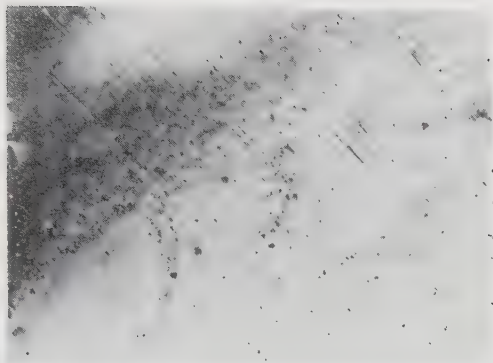


Abb.40 Amalgamprobe, bearbeitet mit
Spezialbürste "Prophylactic"
und Spezialpaste "Prolypol".



Abb.41 Amalgamprobe, geschliffen mit
Bimssteinmehl, bearbeitet mit
weicher Bürste und Spezialpaste
"Prolypol".

II. Untersuchung von Amalgamoberflächen,
die nach den Vorschlägen verschiede-
ner Autoren der Fachliteratur bear-
beitet wurden.

Anmerkung: Die Bearbeitungsvorschläge sind den einschlägigen Fachzeitschriften und Lehrbüchern der Zahnheilkunde entnommen. Diese Literaturangaben sind zur Übersicht in den folgenden Tabellen II bis V zusammengefaßt. Die Zusammenstellung erhebt nicht den Anspruch der Vollständigkeit, sie stellt aber nach unserer Meinung einen brauchbaren Auszug aus der unübersehbaren Zahl von Veröffentlichungen dar, die sich mit der Oberflächenbearbeitung von Amalgamfüllungen befassen.

Tabelle II

Autor	Zeitpunkt der -earbeitung	Schleif- instrument	Schleifmittel	Oberflächen- Kondensierung	Polier- instrument	Poliermittel
Baume, L.J. 1955	nach 2 - 3 Tagen	Schmirgelscheiben Gummipolierer	—	Finierer	—	Kreide Wasser
Bruhn, K. 1953	sofort	—	—	große, glatte Stopferflächen	—	—
Detto, G. Sponholz, H. 1956	—	—	—	Kugelpolierer	Bürste	Kreide
Eifinger, F. 1964	—	Rosenbohrer Fissurenbohrer Karbonrundstein Finierer Weicher Gummi	—	—	Filzkegel Nollherdbürste Gatte	Kreide Eisenoxyd
Flaschentreiber M.H. 1950	nach 24 Stunden	—	—	Finierer	Kugelpolierer	—
Geyer, C.F. 1951	nach 5-7 Tagen	Feine Steine Sandpapierersch.	—	—	Pinselbürste	Kreide
Grundy, J.R. 1959 1. Angabe	—	Karbonrundstein Neuer Finierer Bürste Gummikelch	Bimsmehl	Schleppolierer	Gummikelch ge.r. Finierer Bürste	Kreide

Tabelle III

Autor	Zeitpunkt der Bearbeitung	Schleifinstrument	Schleifmittel	Oberflächen Kondensierung	Polierinstrument	Poliermittel
Grundy, J.R. 1959 2. Angabe	sofort	abgen. Finierer	-----	-----	Bürste	Kreide- Alkohol
Helbig, K. 1958	nach 24 Stunden besser nach 1 Woche	Steine, Gummi Sandpapiersch. Filz, Bürste	Korund Korborund Schmirgel Tripel	Finierer Schleppolierer Kugelpolierer	Filz weiche Bürste	Zinnoxid Eisenoxyd Alum.-oxyd Kreide
Heuser, H. 1948	nach 24 Stunden	Korborundst. Finierer	-----	Schleppolierer Kugelpolierer	Kugelpolierer	-----
Hollenback, G. 1958	nach 2 - 3 Tagen	Feine Steine Sandpapiersch. Sandpapierstr. weiche Bürste	Bimsmehl	Finierer	weiche Bürste	Zinnoxid Kreide-Wasser
Kantorowicz, G.F. 1957	nach mehreren Tagen	Feine Sandst. Gummikelch	Bimsmehl	Finierer	Ziegenhaarbürste	Trockene Kreide Zinnoxid- Alkohol
Skinner, W. 1960	nach 24 Stunden besser nach 1 Woche	Scheiben Bürsten	feuchte Paste	-----	Bürste	Kreide-Wasser

Tabelle IV

Autor	Zeitpunkt der Bearbeitung	Schleif-instrument	Schleifmittel	Oberflächen-Kondensierung	Polierinstrument	Poliermittel
Kilpatrick, B. H.G. 1952	—	Rosenbohrer Feine Scheiben Gummipolierer	—	—	Bürste	Zinkoxyd- Alkohol
Kornfeld, B. 1932	nach 2 - 3 Tagen	Gummischeiden Holzspitzen	Bimsmehl		Bürste	Zinnoxid
Lichtenberg, H. 1950	nach 24 Stunden besser nach mehreren Tagen	Karbörund Gummipolierer Filzscheiden	—	—	Kugelpolierer	—
Miller, E.C. 1964	nach 1 Woche und später	Montierte Steine Instrumenten- feilen Sandpapier-sch. Bürsten	Bimsmehl (feucht)	—	Bürste	Kreide-essenz
Rebel, H.H. 1950		Feine Steine. Sandpapier-sch. Sandpapier-str. Gummipolierer Filzkegel	Bimsmehl	Finier Stahlkugel	Bürste Gummipapf Stahlkugel	Kreide- Zinnoxid

T a b e l l e V

Autor	Zeitpunkt der Bearbeitung	Schleif-instrument	Schleifmittel	Oberflächen-Kondensierung	Polierinstrument	Poliermittel
Romner, A.F. 1954	nach mehreren Tagen	Bürste	Bimsmehl	Finierer	—	Kreide
Sauerwein, E. 1953	—	Fissurenbohrer Feine Steine Gummipolierer Harte Bürste Filzkörper	Bimsmehl	Finierer Schlagpolierer	Weiche Bürste Holzspitze Wattekegel Wildleder Flanell	Kreide-Wasser Eisenoxyd Tripel Zinkoxyd
Walkhoff 1960	nach 24 Stunden	Steine Stahlfinierer Schmirgelsch.	—	—	Gummischeibe Bürste	Kreide Tripel
Wannenmacher, E. 1951	nach 24 Stunden	Feine Karbo- rundsteine Sandpepiersch. Gummipolierer	—	Finierer Schlagpolierer	Filzscheite Holzspitze Kugelpolierer	Kreide
Weikart, P. 1950	—	—	—	Schlagpolierer Kugelpolierer	Bürste	Kreide
Witzel 1899	sofort	Fissurenbohrer Feine Steine Harte Bürste	Bimsmehl Glycerin Zeh. paste	Zinnfolie Während Erstar- aufgedr.	—	Zinnoxid Zinkoxyd Kreide-Wasser

L.J. Baume (1955)

Bearbeitung nach 3 Tagen mit Schmirgelscheiben, Gummipolierer, Finierer, weicher Bürste und Kreide.

Ergebnis: Die bearbeitete Füllungsoberfläche stellt keine ebene Fläche dar, sondern weist zahlreiche Unebenheiten in einer wellenartigen Anordnung auf. Feine Schleifspuren sind zu erkennen. Der Randschluß der Füllung ist gut, der Füllungsrand erscheint lediglich leicht aufgeworfen. (Abb. 42)

K. Bruhn (1953)

Bearbeitung sofort mit großen glatten Stopferflächen.

Ergebnis: Typisches Bild einer unbearbeiteten Amalgamoberfläche mit der Körnung der oberflächlichen Legierungskristalle. Instrumentenspuren sind als flache, parallele Rinnen zu erkennen. Der Randschluß der Füllung ist gut, der Übergang der Füllungsoberfläche zur Zahnoberfläche erfolgt aber in einer "gezackten Linie". (Abb. 43)

G. Detto und H. Sponholz (1956)

Bearbeitung mit Kugelpolierer, Bürste und Kreide.

Ergebnis: Die Oberfläche der Füllung zeigt tiefe, polierte Furchen und kurze, schmale Schleifspuren. Der Randschluß ist gut. (Abb. 44)

F. Eifinger (1964)

Bearbeitung mit Rosenbohrer, Fissurenbohrer, Karborundstein, Finierer, weichem Gummi, Filzkegel, Wollhaarbürste, Watte, Kreide und Eisenoxyd.

Ergebnis: Die bearbeitete Füllungsoberfläche ist kratzerfrei und eben poliert, der Randschluß ist gut. (Abb. 45)

M.H. Flaschentreher (1950)

Bearbeitung nach 24 Stunden mit Finierer und Kugelpolierer.

Ergebnis: Die Füllungsoberfläche zeigt eine wellenförmige Struktur mit flachen Unebenheiten und kleinen Kratzern. Der Randschluß ist sehr gut. (Abb. 46)

C.F. Geyer (1951)

Bearbeitung nach 5 Tagen mit feinen Steinen, Sandpapierscheiben, Bürste und Kreide.

Ergebnis: Die bearbeitete Oberfläche weist deutliche Schleifspuren und Unebenheiten auf. Es handelt sich um eine unvollständige Politur mit tiefen, langen Kratzern, der Randspalt ist erheblich. (Abb. 47)

J.R. Grundy (1959) (1. Angabe)

Bearbeitung mit Karborundstein, Finierer, Bürste, Gummikelch, gebrauchtem Finierer, Bürste und Kreide.

Ergebnis: Die bearbeitete Oberfläche ist kratzerfrei poliert, weist aber zahlreiche Unebenheiten auf. Der Randschluß ist uneinheitlich, ein wesentlicher Randspalt der Füllung ist nicht zu erkennen. (Abb. 48)

K. Helbig (1958)

Bearbeitung nach 1 Woche mit Steinen, Gummipolierer, Sandpapierscheiben, Filz, Bürste, Korund, Tripel, Finierer, Schlapolierer, Kugelpolierer, weicher Bürste, Zinnoxid und Kreide.

Ergebnis: Kratzerfreie, ebene Politur. Der Randschluß der Füllung ist gut, der Füllungsrand scheint lediglich leicht aufgeworfen. (Abb. 49)

H. Heuser (1948)

Bearbeitung nach 24 Stunden mit Karborundstein, Finierer, Schlagpolierer und Kugelpolierer.

Ergebnis: Die bearbeitete Oberfläche weist eine unvollständige Politur mit flachen Unebenheiten zum Teil dachziegelartiger Struktur auf. Zahlreiche kurze Schleifspuren sind zu erkennen. Der Randschluß der Füllung ist gut, der Füllungsrand erscheint leicht aufgeworfen. (Abb. 50)

G.M. Hollenback (1958)

Bearbeitung nach 3 Tagen mit feinen Steinen, Sandpapierscheiben- und Streifen, weicher Bürste und Bimssteinmehl, Finierer, Zinnoxid, Kreide und Wasser.

Ergebnis: Die bearbeitete Füllungsoberfläche weist eine kratzerfreie Politur mit nur geringfügigen Unebenheiten auf. Der Randschluß der Füllung ist sehr gut und ohne Spaltbildung, es liegt kein Niveauunterschied zwischen Füllungs- und Zahnoberfläche vor.

(Abb. 51)

G.F. Kantorowicz (1957)

Bearbeitung nach 3 Tagen mit feinen Sandsteinen, Gummikelch und Bimssteinmehl, Finierer, Ziegenhaarbürste, trockener Kreide und Zinkoxyd-Alkohol.

Ergebnis: Die Füllungsoberfläche zeigt zahlreiche, wellenartig angeordnete Unebenheiten mit wenigen, feinen Schleifspuren. Ein breiter, flacher Randspalt ist zu erkennen. (Abb. 52)

W. Skinner (1960)

Bearbeitung nach 1 Woche mit Sandpapierscheiben, Bürste mit feuchter Schleifpaste, weicher Bürste mit Kreide und Wasser.

Ergebnis: Die Politur ist nicht ganz vollständig, es sind feine Kratzer und Unebenheiten zu erkennen. Der Randschluß der Füllung ist sehr gut. (Abb.53)

H.C. Kilpatrick (1952)

Bearbeitung mit Rosenbohrer, feinkörnigen Sandpapierscheiben, Gummipolierer, weicher Bürste und Zinkoxyd-Alkohol.

Ergebnis: Die Politur der Füllungsoberfläche ist unvollständig, Neben langen, parallelen polierten Rinnen unterschiedlicher Breite sind auch einzelne lange, schmale Kratzer zu beobachten. Der Randschluß der Füllung ist sehr gut. (Abb. 54)

B. Kornfeld (1932)

Bearbeitung nach 3 Tagen mit Gummischieben, Holzspitzen, Bimssteinmehl, Bürste und Zinnoxid.

Ergebnis: Die bearbeitete Amalgamoberfläche zeigt eine nicht ganz vollständige Politur. Neben unerheblichen Unebenheiten sind zahlreiche feine Schleifspuren zu beobachten. Der Randschluß der Füllung ist gut und ohne Randspalt. (Abb. 55)

H. Lichtenberg (1950)

Bearbeitung nach 3 Tagen mit Karborundstein, Gummipolierer, Filzscheiben und Kugelpolierer.

Ergebnis: Keine vollständige Politur, es sind zahlreiche feine Schleifspuren zu beobachten, außerdem liegen flache Unebenheiten in Form einer dachziegelartigen Oberflächenstruktur vor. Der Randspalt der Füllung ist geringfügig. (Abb. 56)

H.H. Rebel (1950)

Bearbeitung mit feinen Steinen, Sandpapierscheiben- und Streifen, Gummipolierer, Filzkörper mit Bimssteinmehl, Finierer, Kugelpolierer, Bürste und Gumminapf mit Schlämmkreide und Zinnoxid. Die Bearbeitung erfolgt vom Kavitätenrand zum Füllungszentrum hin.

Ergebnis: Die Füllungsoberfläche ist unvollständig poliert, es sind zahlreiche schmale Schleifspuren zu erkennen. Der Randspalt ist erheblich, vom Kavitätenrand angebrochene Schmelzteile sind deutlich zu erkennen. (Abb. 57)

H.F. Romner (1954)

Bearbeitung nach 3 Tagen mit Bürste und Bimssteinmehl, Finierer, weicher Bürste und Kreide.

Ergebnis: Die bearbeitete Amalgamoberfläche weist eine unvollständige Politur auf. Neben zahlreichen, wellenartig angeordneten Unebenheiten sind kurze Schleifspuren zu beobachten. Es besteht ein erheblicher Randspalt. (Abb. 58)

Sauerwein, E. (1953)

Bearbeitung mit Fissurenbohrer, feinen Steinen, Gummipolierer, harter Bürste und Filzkörper mit Bimssteinmehl, Finierer und Schlagpolierer, weicher Bürste mit

Kreide und Wasser, Tripel und Eisenoxyd.

Ergebnis: Die Politur der Füllungs Oberfläche ist unvollständig, es sind zahlreiche kurze Schleifspuren und leichte Unebenheiten vorhanden. Der Randschluß der Füllung ist sehr gut, es besteht kein Randspalt, lediglich ein leichter Niveauunterschied zwischen Füllungs- und Zahnoberfläche. (Abb. 59)

O. Walkhoff W. Hess (1960)

Bearbeitung nach 24 Stunden mit Steinen, Stahlfinierer, Schmirgelscheiben, Gummis Scheiben, Bürste, Schlämmkreide und Tripel.

Ergebnis: Die Politur ist unvollständig, es bestehen flache Unebenheiten und schmale, lange Schleifspuren. Der Randschluß der Füllung ist sehr gut, es besteht kein Randspalt. (Abb. 60)

E. Wannenmacher (1931)

Bearbeitung nach 24 Stunden mit feinen Karborundsteinen, Sandpapierscheiben, Gummipolierer, Finierer, Schlagpolierer, Filzscheiben, Holzspitzen, Kugelpolierer und Schlämmkreide.

Ergebnis: Die Schleifspuren wurden durch die Politur nicht vollständig beseitigt, es bestehen flache Unebenheiten, die Oberflächengestaltung ist insgesamt uneinheitlich, ein erheblicher Randspalt ist zu erkennen. (Abb. 61)

P. Weikart (1950)

Bearbeitung mit Schlagpolierer, Kugelpolierer, Bürste und Kreide.

Ergebnis: Die bearbeitete Amalgamoberfläche weist flache Unebenheiten auf, die dachziegelartig zum Füllungsrand hin angeordnet sind. Die Politur ist kratzerfrei, erreicht aber den Füllungsrand nicht, so daß dieser uneinheitlich gestaltet erscheint. (Abb. 62)

A. Witzel (1899)

Bearbeitung sofort durch Aufdrücken einer Zinnfolie auf das erstarrende Amalgam.

Ergebnis: Die Füllungsoberfläche zeigt das typische Bild unbearbeiteten Amalgams mit einer feinkörnigen Kristallstruktur. Flache Unebenheiten sind vorhanden, ausserdem tiefere Unebenheiten durch Faltenbildung der aufgedruckten Zinnfolie. (Abb. 63)

J.F. Sweeny (1944)

Bearbeitung nach 1 Woche mit Fissurenbohrer, feinen Steinen, harter Bürste, Bimssteinmehl, Glycerin und nasser Zahnpaste, weicher Bürste, Zinnoxid, Zinkoxid, Schlammkreide und Wasser.

Ergebnis: Die Füllungsoberfläche ist nicht ganz vollständig poliert. Feine Schleifspuren sind vorhanden. Außerdem besteht ein erheblicher Randspalt. (Abb. 64)

J.R. Grundy (1959) (2. Angabe)

Bearbeitung sofort durch sorgfältige Glättung der Füllung, später mit abgenutztem Finierer, weicher Bürste und Kreide-Alkohol.

Ergebnis: Die Politur ist unvollständig, es bleiben zahlreiche Schleifspuren und tiefe Unebenheiten erkennbar. Der Randschluß ist sehr gut. (Abb. 65)

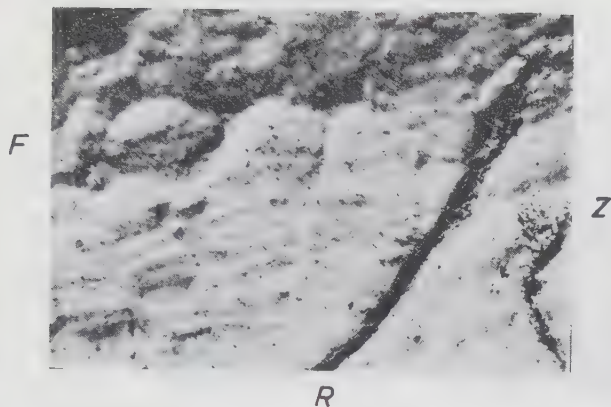


Abb.42 Amalgamfüllung, bearbeitet
nach Vorschlag von L.J. Baume.

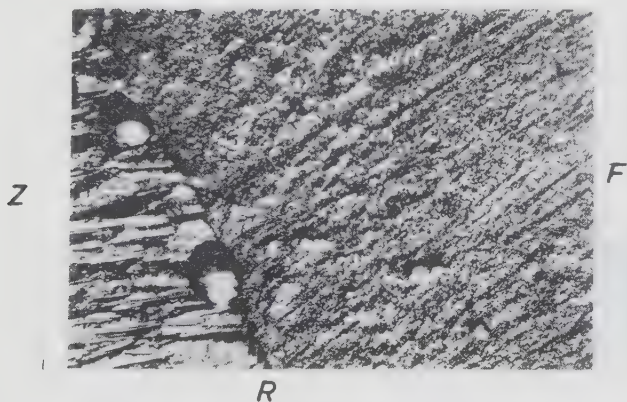


Abb.43 Amalgamfüllung, bearbeitet
nach Vorschlag von K. Bruhn.



Abb.44 Amalgamfüllung, bearbeitet
nach Vorschlag von G. Detto
und H. Sponholz.

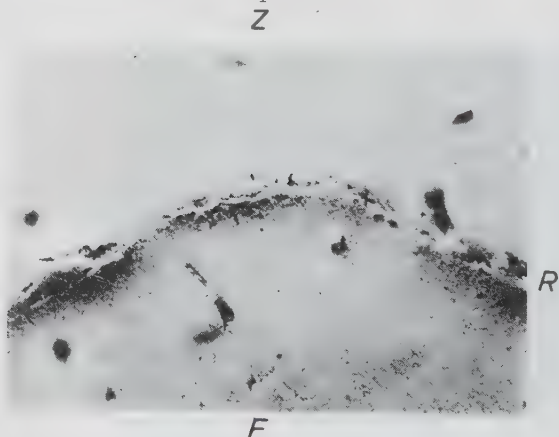
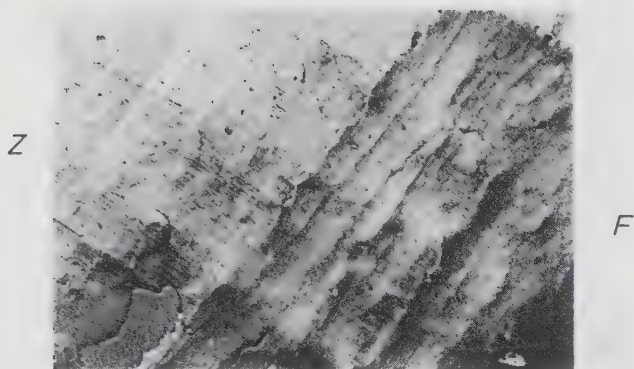


Abb.45 Amalgamfüllung, bearbeitet
nach Vorschlag von F. Eifinger.



R

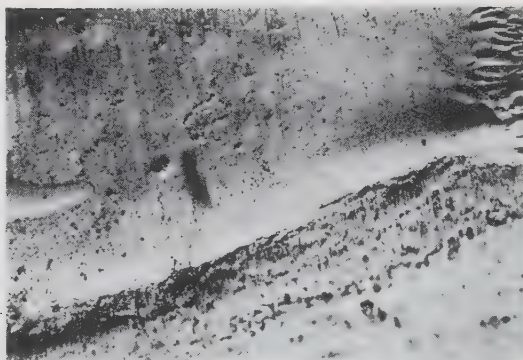
Abb.46 Amalgamfüllung, bearbeitet
nach Vorschlag von M.H. Flaschen-
treher.



Z

Abb.47 Amalgamfüllung, bearbeitet
nach Vorschlag von C.F. Geyer.

F

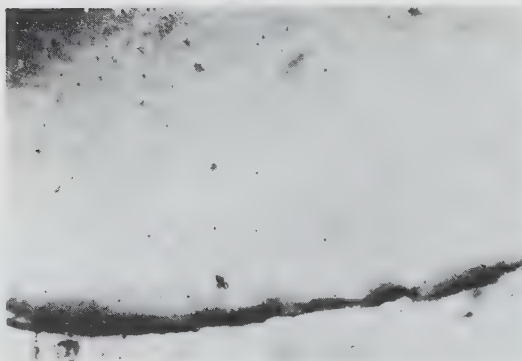


R

Z

Abb. 48 Amalgamfüllung, bearbeitet
nach Vorschlag von J.R. Grundy
(1. Angabe)

F



R

Z

Abb. 49 Amalgamfüllung, bearbeitet
nach Vorschlag von K. Helbig.



Abb.50 Amalgamfüllung, bearbeitet
nach Vorschlag von H. Heuser.

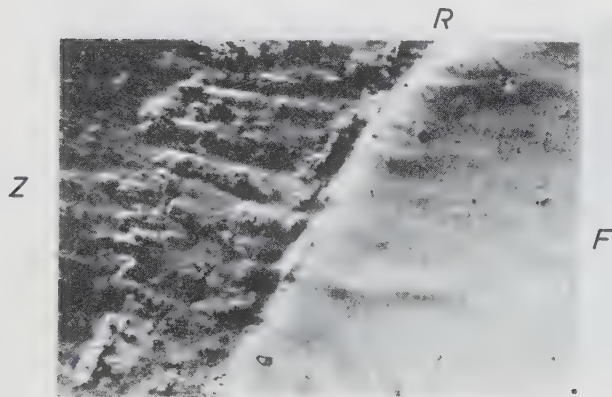


Abb.51 Amalgamfüllung, bearbeitet
nach Vorschlag von G.M. Hol-
lenback.

F

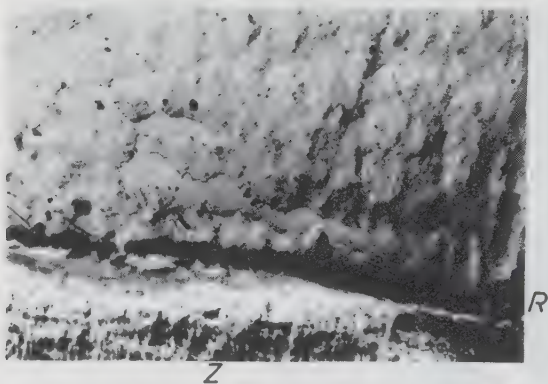
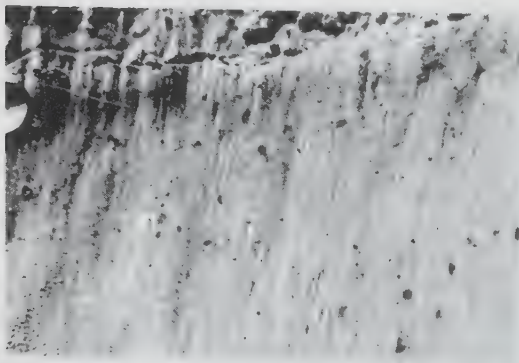


Abb.52 Amalgamfüllung, bearbeitet
nach Vorschlag von G.F. Kan-
torowicz.

Z

R



F

Abb.53 Amalgamfüllung, bearbeitet
nach Vorschlag von W. Skinner.

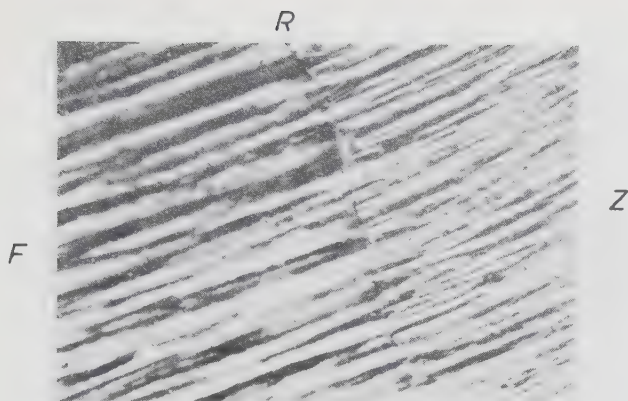


Abb.54 Amalgamfüllung, bearbeitet
nach Vorschlag von H.C. Kil-
patrick.

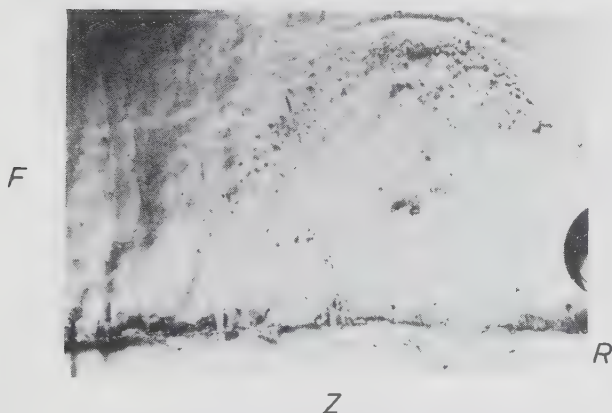


Abb.55 Amalgamfüllung, bearbeitet
nach Vorschlag von B. Korn-
feld.

Z

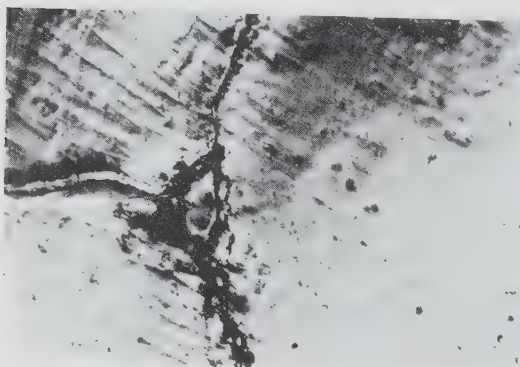


R

F

Abb.56 Amalgamfüllung, bearbeitet
nach Vorschlag von H. Lichten-
berg.

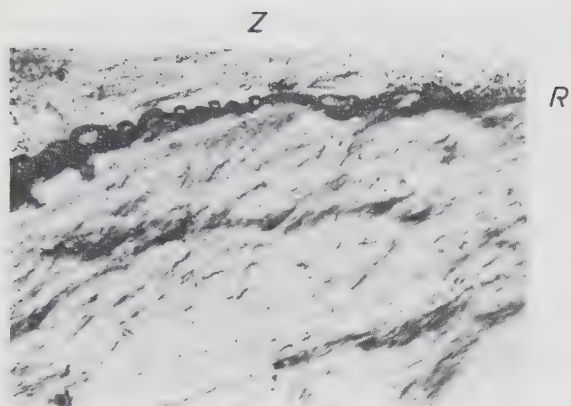
R



Z

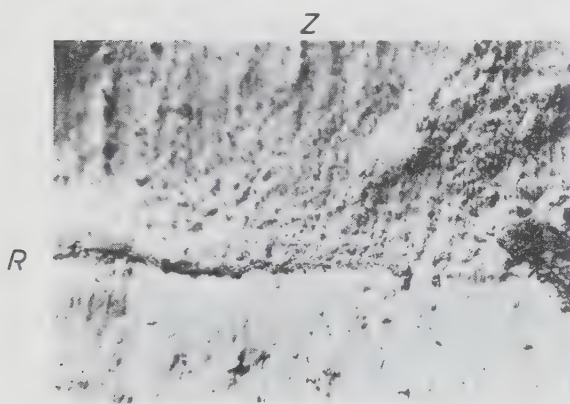
F

Abb.57 Amalgamfüllung, bearbeitet
nach Vorschlag von H.H. Rebel.



F

Abb.58 Amalgamfüllung, bearbeitet
nach Vorschlag von H.F. Romner.



F

Abb.59 Amalgamfüllung, bearbeitet
nach Vorschlag von E. Sauer-
wein.

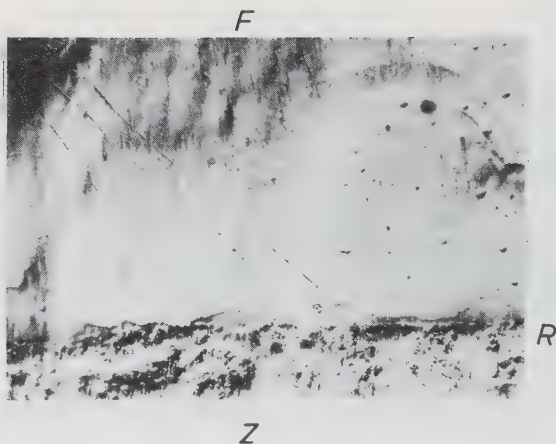


Abb. 60 Amalgamfüllung, bearbeitet
nach Vorschlag von O. Walk-
hoff.



Abb. 61 Amalgamfüllung, bearbeitet
nach Vorschlag von E. Wann-
macher.

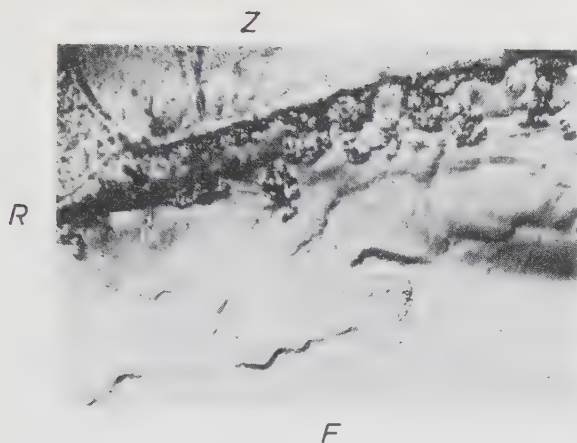


Abb.62 Amalgamfüllung, bearbeitet
nach Vorschlag von P. Weikart.

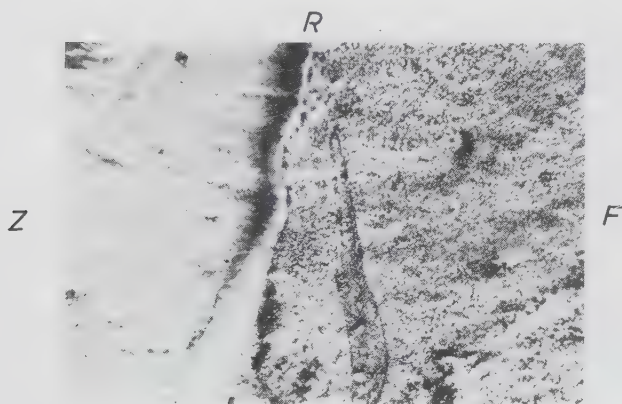


Abb.63 Amalgamfüllung, bearbeitet
nach Vorschlag von A. Witzel.

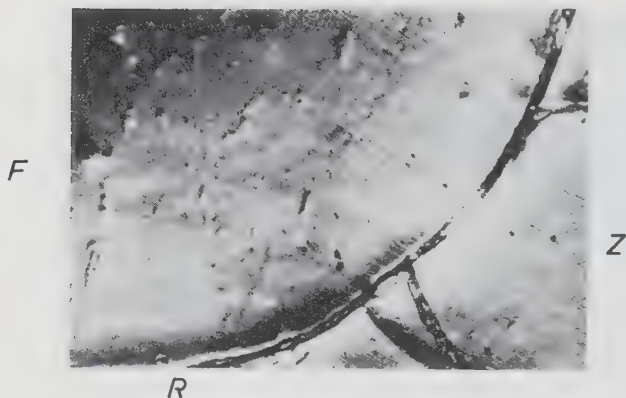


Abb.64 Amalgamfüllung, bearbeitet
nach Vorschlag von J.F. Sweeny.

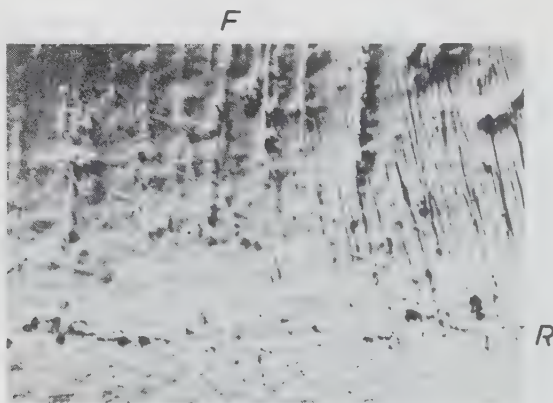


Abb.65 Amalgamfüllung, bearbeitet
nach Vorschlag von J.R. Grundy.
(2.Angabe)

Diskussion der Ergebnisse.

Ganz allgemein versteht man unter Oberflächenbearbeitung eines Metalles die Maßnahmen, die an den oberflächlichen Molekülschichten des betreffenden Körpers vorgenommen werden, ohne daß die Gesamtheit des Werkstückes eine Veränderung erfährt. Wie bereits dargelegt wurde, nehmen aber die Amalgame unter den Metalllegierungen insofern eine Sonderstellung ein, als ein Legierungsbestandteil bei Zimmertemperatur in flüssigem Zustand vorliegt. Bei der Vermischung der Metalle, das heißt beim Anreiben des Quecksilbers mit dem Metallpulver diffundiert ersteres in das in feinen Schollen oder Plättchen vorliegende feste Metall hinein, wobei eine über längere Zeit plastische, dann erstarrende Masse kristalliner Struktur entsteht. Die mechanischen Eigenschaften des so entstandenen Körpers hängen, wie die anderer Metalle und Legierungen von dieser Kristallstruktur, das heißt von der Lage der Atome zueinander ab. Im Kristallgitter der Amalgame behält aber das Quecksilber seine labilen Eigenschaften bei und daraus ergibt sich die Tatsache, daß die Amalgame auch in festem Zustand durch äußere Einflüsse leichter zu verändern sind als die meisten anderen Legierungen. Daraus leiten sich aber für die Anwendung und Bearbeitung der Amalgame bestimmte Folgerungen ab, von denen an dieser Stelle nur die für die Oberflächenbearbeitung eine Rolle spielenden zur Sprache kommen sollen.

Die eigentliche Oberflächenbearbeitung der Amalgame beginnt nach der Erstarrung der Legierung. Die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Bearbeitung werden aber bereits vor der Aushärtung geschaffen und hängen stark von der richtigen Zusammensetzung ab. Das richtige Verhältnis von Feilung und Quecksilber wird im allgemeinen vom Hersteller mitgeteilt und mit Hilfe von Amalgamwaagen oder Dosiergeräten in der Praxis erhalten. Als optimal wird eine Konsistenz der frisch angeriebenen Legierung angesehen, die eine knetbare, nicht bröckelnde, silberhelle, glänzende, plastische Masse darstellt. (O. Loebich, 1960) Liegt in der Füllung ein großer Quecksilberüberschuß vor, so kommt es zwar zu einer Erhärtung durch Verdampfung des Quecksilbers der oberen Füllungsteile, in den tieferen Schichten der Füllung aber liegt freies Quecksilber zwischen den Amalgamkörnern, das nicht mehr in diese hineindiffundieren kann, bei Bearbeitungsversuchen der Oberfläche aber in die oberflächlichen Schichten aufsteigt und diese aufweicht, so daß auch ohne starke Druck- oder Temperaturentwicklung sofort Fließprozesse auftreten, die ein Schleifen oder gar Polieren unmöglich machen. Wie sich diese Erscheinung auf das Oberflächenbild der Füllung auswirkt, ist aus der Abb.66 zu ersehen, die eine unbearbeitete Amalgamfüllung mit starkem Quecksilberüberschuß darstellt. Die Oberfläche besitzt eine grobkörnige Struktur, es besteht ein deutlicher Randspalt. Das breiige Material scheint sich vom Kavitätenrand zurückzuziehen, was der Tendenz des Quecksilbers, eine Form mit kleinster relativer Oberfläche, nämlich Kugelform anzunehmen, entspricht. In der Abb.67 ist der Versuch dargestellt, die gleiche

Füllung nach 3 Monaten zu bearbeiten. Der Versuch scheiterte bereits beim Schleifen. Die oberflächlich erhärtete Füllung wurde sofort breiig und machte ein Schleifen unmöglich. Dieser Zustand wird aus den Unebenheiten und der Oberflächenstruktur des Reliefabdruckes deutlich. Es ist also das richtige Verhältnis von Quecksilber zu Feilung, abgesehen von anderen Nachteilen, die dem Patienten aus dem Vorhandensein von freiem Quecksilber entstehen können, für die Oberflächen-gestaltung der Füllung, bzw. für die Möglichkeit, überhaupt eine solche Bearbeitung durchführen zu können, von ausschlaggebender Bedeutung.

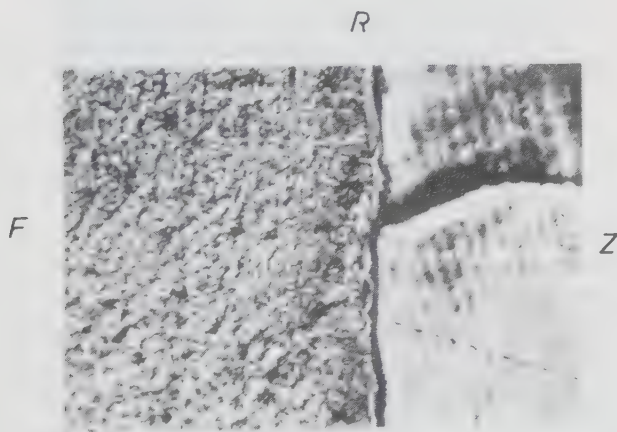


Abb.66 Amalgamfüllung mit starkem Quecksilberüberschuß, un-
bearbeitet.

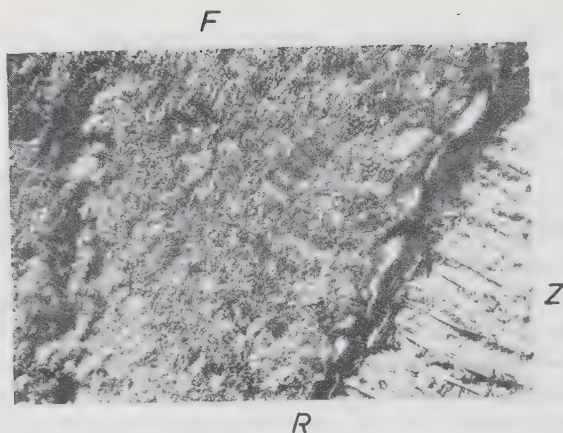


Abb.67 Amalgamfüllung mit starkem Quecksilberüberschuß, bearbeitet nach 3 Monaten mit Karborundumstein.

Nach dem Anreiben der richtig zusammengesetzten Legierung erfolgt das Einbringen in die Kavität und das Stopfen der Füllung, das eine enge Wandständigkeit der Füllung, die Entfernung von Lufteinschlüssen und eine Verdichtung des Materials zum Ziel hat. Dieser Arbeitsgang hat ebenfalls einen sehr wesentlichen Einfluß auf die Oberflächenqualitäten der fertigen Füllung. Eine nicht fest gestopfte Füllung weist nach der Hochglanzpolitur zahlreiche große Poren auf. (Abb.68) Die mit den gleichen Mitteln be-

arbeitete gut kondensierte Füllung weist diese oberflächlichen Poren, die sich natürlich in der gesamten Füllung fortsetzen, nicht auf. (Abb.69)



Abb.68 Amalgamfüllung, mit einem Spatel ohne Stopfdruck in die Kavität eingebracht, nach Politur.



Abb.69 Amalgamfüllung, vorschrifts-
mäßig gestopft, bearbeitet mit
den gleichen Mitteln wie die der
Abb. 68.

Noch während sich das Füllungsmaterial in plastischem Zustand befindet, beginnen die Maßnahmen, die direkten Einfluß auf die Gestaltung der Füllungsoberfläche haben. Es handelt sich dabei um die Beseitigung grober Überschüsse, um die Übersichtlichmachung der Füllungs-
ränder, um die vorläufige Formgebung der Füllung und schließlich um die Beseitigung des Quecksilberüber-
schusses der oberflächlichen Füllungsanteile. Bei der Kondensierung der Füllung kommt es nämlich auch bei richtiger Zusammensetzung der Legierungsbestandteile zu einer Anreicherung von Quecksilber in der Füllungs-
oberfläche, das durch den Stopfdruck der Stopfinstru-

mente nicht abgepreßt werden kann, da die plastische Masse dem Stopfdruck nach den Seiten hin ausweichen kann. Wird nun dieser Überschuß nicht entfernt, dann entstehen bei der anschließenden Endbearbeitung wiederum Fließprozesse, wie sie bei der Bearbeitung eines falsch dosierten Amalgams beschrieben wurden, nur in einem wesentlich geringeren Ausmaß, so daß eine Bearbeitung zwar möglich, die Politur aber unvollständig wird. (Abb.70) Zur Entfernung des überschüssigen Quecksilbers werden meist Lederläppchen oder Wattebausch empfohlen, die, fest auf die Amalgamoberfläche aufgedrückt, in der Lage sind, Quecksilber aufzunehmen. Nach unseren Untersuchungen muß es aber unbedingt vermieden werden, die frische Amalgamoberfläche mit einem nassen Wattebausch zu behandeln. Um den Nachteil eines solchen Vorgehens darzulegen, wurde die Oberfläche einer frischen Amalgamfüllung mit dem nassen Wattebausch behandelt. Das Ergebnis ist in Abb.71 dargestellt. Die Oberfläche weist nach der Endbearbeitung, ähnlich wie die der nicht gestopften Füllung, zahlreiche große Poren auf, die auf Wassereinschlüsse zurückzuführen sind und eine vollständige Politur unmöglich machen.



Abb.70 Amalgamfüllung, bearbeitet ohne
Entfernung des oberflächlichen
Hg-Überschusses.

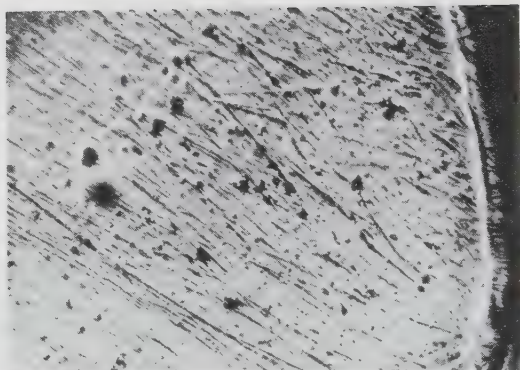


Abb.71 Amalgamfüllung, oberflächlich
mit nassem Wattebausch behan-
delt, Politur.

Von einer wesentlichen Bedeutung ist auch die Richtung, in der die Behandlung der frischen Amalgamoberfläche durch die entsprechenden Instrumente erfolgt. H. Rebel (1950) empfiehlt, alle Bearbeitungsvorgänge an der Füllungsoberfläche in der Richtung vom Füllungsrand zur Füllungsmitte hin vorzunehmen, um zu verhindern, daß sich Füllungsmaterial auf die Zahnoberfläche schiebt und bei Belastung abbricht. Dieser Vorschlag wurde mit Hilfe des Mikroreliefabdruckes untersucht und führte zu folgendem Ergebnis: Wird das plastische Füllungsmaterial vom Füllungsrand wegbewegt, so besteht

die Gefahr, daß es sich von der Kavitätenwand löst und einen Spalt entstehen läßt (Abb. 72). Als Gegenbeispiel wurde bei der in Abb. 73 dargestellten Füllung das Füllungsmaterial in Richtung vom Füllungszentrum zum Füllungsrand hin bewegt und damit eine Spaltbildung vermieden. Der Nachteil dieser Bewegungsrichtung, nämlich das Übergreifen der Füllung auf die Zahnoberfläche ist in Abb. 74 dargestellt. Eine so entstandene "Amalgamzunge" läßt sich aber leicht beseitigen und ihr Bestehen stellt gegenüber einer starken Spaltbildung nur einen geringfügigen Nachteil dar.

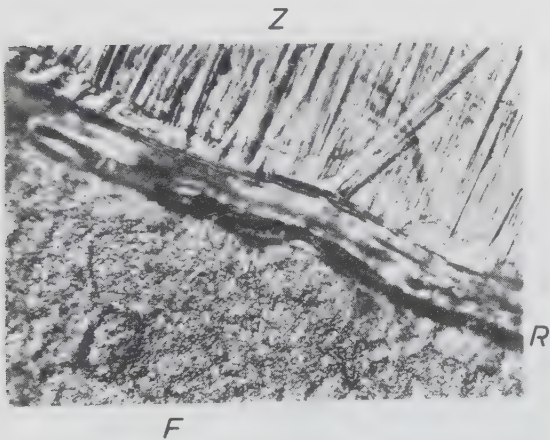


Abb.72 Amalgamoberfläche, in plastischem Zustand vom Füllungsrand her bearbeitet.

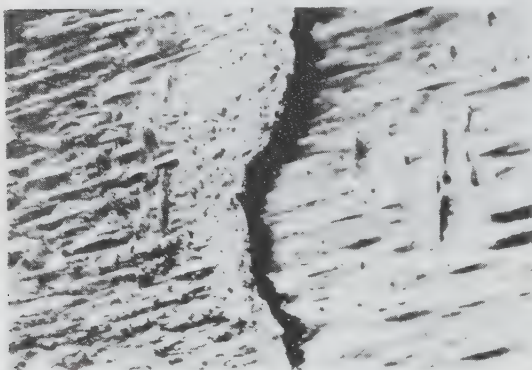
Z



F

Abb. 73 Amalgamoberfläche, in plastischem Zustand vom Füllungszentrum zum Rand hin bearbeitet.

Z



R

Abb. 74 Auf die Zahnoberfläche übergreifende "Amalgamzunge" nach Bearbeitung der Füllung von der Mitte zum Rand hin.

Zu den Bearbeitungsmaßnahmen, die an der Oberfläche des noch plastischen Amalgams vorgenommen werden, sind auch die aus den Vorschlägen von K. Bruhn (1953) und A. Witzel (1899) zu zählen. Die Vorschläge dieser beiden Autoren stehen im Gegensatz zu den Angaben aller anderen Autoren, da sie die Bearbeitung der Füllungsoberfläche in ihrem plastischen Zustand zu Ende bringen und nach der Aushärtung des Amalgams keine weiteren Arbeitsgänge mehr für erforderlich halten. Witzel bringt während der Erhärtung des Amalgams eine Zinnfolie auf die Oberfläche auf, die das überschüssige Quecksilber aufnehmen und gleichzeitig eine ausreichende Glättung der Füllung herbeiführen soll. Aus dem entsprechenden Reliefabdruck (Abb. 63) ist zu ersehen, daß die Oberflächenstruktur zwar feinkörniger als bei normaler Aushärtung erscheint, andererseits stellt sie aber das Bild einer unbearbeiteten Füllung dar. Außerdem führt die unvermeidliche Faltenbildung der Folie zu Unebenheiten. Auch die nach K. Bruhn lediglich mit großen, glatten Stopferflächen in plastischem Zustand bearbeitete Füllung zeigt das Bild einer unbearbeiteten Amalgamoberfläche, die makroskopisch zwar eben, aber grau und rauh erscheint. (Abb. 43) Diese Beobachtungen decken sich mit den Angaben von P. Riethel (1959), O. Loebich (1960), E.W. Skinner (1960) und R.W. Philips (1960) und lassen sich aus der Tatsache erklären, daß die Kristallisationsvorgänge des Amalgams erst nach einem Zeitraum von ca. 10 Stunden ihren Abschluß gefunden haben. Nach Skinner und Philips weist die Amalgamoberfläche, unabhängig davon, wie Glatt sie vor der Aushärtung war, nach der Aushärtung eine Rauigkeit auf. Eine Oberflächenbearbeitung

innerhalb des angegebenen Zeitraums, in dem zwar eine Erhärtung stattfindet, die Kristallisationsvorgänge aber noch nicht abgeschlossen sind, mit dem Ziel, die Oberflächenstruktur des ausgehärteten Metalls zu beeinflussen, muß deshalb erfolglos bleiben.

Loeblich unterscheidet beim Übergang des plastischen Zustandes des Amalgams in den festen eine Abbindephase, in der innerhalb von 15 bis 60 Minuten die Elastizität des Materials verlorenggeht und eine Erhärtungsphase, in der die Kristallisationsvorgänge ihren Abschluß finden. Nach den Untersuchungen von Riethe nimmt die Erhärtung des Amalgams in den ersten 10 Stunden nach dem Anreiben der Feilung schnell, nach dieser Zeit aber nur noch unwesentlich zu. Alle Angaben der verschiedenen Autoren, mit Ausnahme von Bruhn und Witzel, über den Zeitpunkt für die Endbearbeitung reichen von 24 Stunden nach Einbringen der Füllung bis zu Wartezeiten von mehreren Wochen. Nach den obigen Ausführungen ist aber eine Wartezeit von 10 Stunden ausreichend, das bedeutet für den Praxisgebrauch, daß man die Endbearbeitung in der der Füllung des Zahnes folgenden Sitzung oder auch später vornehmen wird.

Nach der vollständigen Aushärtung des Amalgams wird die Endbearbeitung vorgenommen, die im täglichen Sprachgebrauch der zahnärztlichen Praxis einfach als Politur bezeichnet wird. Da diese Bezeichnung aber dem Gesamtvorgang nicht gerecht wird, seien an dieser Stelle einige grundsätzliche Bemerkungen zu den folgenden Ausführungen vorausgeschickt:

Es handelt sich bei der Endbearbeitung der Amalgamoberfläche um zwei grundsätzlich zu unterscheidende und auch getrennt durchzuführende Arbeitsgänge, nämlich den Schleifvorgang und den Poliervorgang. Der Schleifvorgang, der mit Materialverlust einhergeht, dient der Formgebung der Füllung und schafft die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Politur. Er nimmt, je nach der Art der Einwirkung der Beschaffenheit des betreffenden Schleifmittels oder Instrumentes, mehr oder weniger große Teile von der Oberfläche des bearbeiteten Metalls fort. Es bleibt in jedem Fall eine unebene Fläche mit den für die Instrumente und Mittel charakteristischen Einwirkungsspuren zurück. Die einzelnen Kristalle, aus denen sich die zu bearbeitenden Metallkörper zusammensetzen und die an deren Oberfläche zu Tage treten, erfahren dabei keine Veränderung und keine Bewegung, sondern es werden immer kleinere oder größere Kristallverbände von der Oberfläche weggenommen.

Grundsätzlich anders wirkt der Poliervorgang, der eine Verkleinerung der Gesamtoberfläche durch Einebnen der durch das Schleifen entstandenen Unebenheiten bewirkt, wobei es durch einheitliche Reflexion des einfallenden Lichtes von der nun planen Fläche zu einem spiegelnden Glanz kommt. Während beim Schleifen das Kristallgefüge des Metalls unverändert bleibt, stellt die Politur einen Vorgang dar, der die Stellung der Atome im Kristallgitter verändert. (Weikart 1959)

Normalerweise hat jedes Atom im Kristallgefüge des Metalles seinen festen Platz. Durch Druck und Reibungshitze entstehen in den oberflächlichen Kristallschichten örtlich begrenzte Schmelzvorgänge, d.h., die Atome

werden frei beweglich und können durch den Druck des Instrumentes verschoben werden. Dadurch können Unebenheiten beseitigt und feine Poren und Spalten verschlossen werden. Es wird bei diesem Vorgang Material verschoben, und zwar von den "Bergen" in die "Täler", so daß nach vollständiger Bearbeitung eine "Ebene" entsteht.

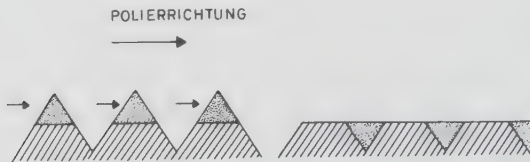


Abb.75 Materialverschiebung beim Poliervorgang, schematisch.

Nach H. Raether (1953) beträgt aber die Dicke der Schicht, in der eine Verschiebung der Atome stattfindet, nur $1/1\,000\,000$ mm. Es ist daher verständlich, daß durch die Politur nur sehr geringfügige Unebenheiten eingeebnet und nur sehr feine Spalten und Poren verschlossen werden können und daß die Dauer der Politur in direkter Abhängigkeit zur Tiefe der Schleifspuren steht.

Da die einzelnen Atome bei der Rekristallisation nicht wieder ihren alten Platz im Kristallgefüge einnehmen, ist der Zustand der hochglanzpolierten Metall-

oberfläche als weniger geordnet anzusehen als der der unpolierten Fläche mit ihrer regelmäßigen Kristallanordnung. (H. Raether, 1953)

Dem Begriff der Politur ist der der Oberflächenkondensierung unterzuordnen, Je nach der Art des vorliegenden Kristallgefüges ist es möglich, durch den bei der Politur entwickelten Druck oberflächliche Schichten des erhärteten Metallkörpers und besonders von Amalgamkörpern zu verdichten. Durch den Druck werden die interkristallinen Zwischenräume verkleinert (H. Helbig, 1958), es liegen jetzt in der Raumeinheit mehr Kristalle vor, die mechanischen Qualitäten der verdichteten Schichten werden verbessert. Der Begriff der Oberflächenkondensierung ist aber nicht gleichzusetzen mit dem der Politur, da die speziellen Kondensierungsinstrumente meist auch Schleifspuren und damit eine unvollständige Politur hinterlassen.

Im allgemeinen Sprachgebrauch der zahnärztlichen Praxis wird, wie schon erwähnt, mit dem Ausdruck "Politur" die Gesamtheit der Oberflächenbearbeitung einer Amalgamfüllung bezeichnet. Dieser Ausdruck läßt aber den Laien leicht auf eine nicht unbedingt notwendige Maßnahme schließen, die nur der Verschönerung der Füllung dient, weshalb vielen Patienten der Aufwand einer zusätzlichen Sitzung nicht gerechtfertigt erscheint. Eine zusätzliche Sitzung ist aber unbedingt erforderlich und so wäre es vielleicht für den Erfolg der Füllungs-therapie von nicht unwesentlicher Bedeutung, wenn der Ausdruck "Politur", der ja auch tatsächlich nur einen Teil der Gesamtmaßnahme entspricht, durch einen zu-

treffenderen ersetzt werden könnte. Da es sich bei der Oberflächenbearbeitung von Amalgamfüllungen werkstoffkundlich um eine echte Qualitätsverbesserung handelt, werden die Ausdrücke "Oberflächenveredelung" oder "Vergütung" der Füllung dem Sinn und Ziel der Maßnahme eher gerecht als der Ausdruck "Politur", der deshalb in den folgenden Ausführungen nur dem Vorgang vorbehalten sein soll, dem er im metalltechnischen Sinne entspricht.

An den Anfang des Schleifvorganges setzen die meisten Autoren die Verwendung von verschiedenen Steinen. Unter Steinen sind dabei auf künstlichem Weg hergestellte Schleifkörper zu verstehen, die in sehr vielen Formen und Feinheitsgraden der Körnung im Handel erhältlich sind. Diese Schleifkörper bestehen aus einheitlich gesiebten Körnern von Schleifmitteln, die durch ein Bindemittel, meist keramische Masse, Kunststoff, Gummi oder metallische Bindung zusammengehalten werden. (T.Jung, 1960) Als Schleifmittel finden für die Herstellung von Schleifsteinen meist Schmirgel, Naturkorund, Kunstkorund, Siliziumkarbid, Wolframkarbid und Quarz Verwendung.

Alle Steine besitzen die Eigenschaft, auf Grund ihrer scharfkantigen Kristalle mehr oder weniger tiefe, parallele Furchen von dreieckigem Querschnitt in die zu bearbeitende Oberfläche zu reißen. (Abb. 7 8 und 9) Dabei ist die Tiefe der Furchen natürlich abhängig von der Größe des schleifenden Korns. Abgesehen von der Wirkung der sehr feinkörnigen Arkansassteine, die nur sehr kurze, seichte Rinnen hinterlassen (Abb. 9),

deren Schleifwirkung aber so gering ist, daß sie für die Amalgambearbeitung nicht in Frage kommen, handelt es sich beim Beschleifen mit Steinen immer um ein "Aufreißen" der Metalloberfläche. Weiterhin läßt sich den Reliefabdrücken entnehmen, daß die schleifenden Steine, in Abhängigkeit von ihrer Korngröße, kleinere oder größere Teile aus der Amalgamoberfläche herausschlagen, so daß regelrechte Defekte entstehen. Die beobachtete Erscheinung beruht auf den sehr spröden Eigenschaften des Amalgams, dessen Kristallgefüge so locker ist, daß bei einer starken tangentialen Krafteinwirkung ganze Oberflächenteile freigegeben werden. Gerade die grobkörnigen Steine sind aber geeignet, solche tangentialen Kräfte zu entwickeln, da die Schleifkörper nicht alle auf einer Ebene liegen und deshalb bei der Rotation immer nur einzelne, hervorstehende Kristalle zur Wirkung kommen. Außerdem mögen hier noch Faktoren der Unwucht der rotierenden Schleifkörper eine Rolle spielen.

Die durch die Schleifsteine entstandenen Furchen und Defekte sind nicht nur auf der FüllungsOberfläche, sondern auch auf der angrenzenden Schmelzoberfläche zu beobachten. Die Abb.76 stellt eine Amalgamfüllung dar, deren Oberfläche mit einem Korborundumstein mittlerer Korngröße bearbeitet wurde. Die Schleifspuren der FüllungsOberfläche setzen sich auch auf die Zahnoberfläche fort.

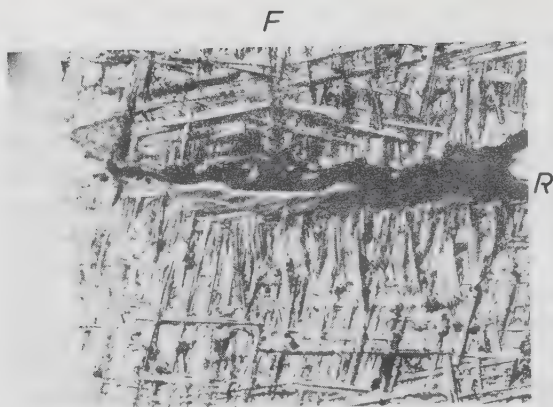


Abb.76 Amalgamfüllung, in ihrer Randpartie bearbeitet mit Karborundstein mittlerer Korngröße.

Eine Schädigung der gesunden Zahnschubstanz zu vermeiden, ist aber ein Grundgesetz jeder Füllungstherapie.

Zusammenfassend läßt sich für die Verwendung von Steinen aus unseren Beobachtungen sagen, daß alle eher auf-
rauhend als einebnend wirken und deshalb besonders die
grobgekörnten bei der Amalgambearbeitung vermieden werden
sollten. Das bedeutet, daß die Füllung noch in
ihrem plastischen Zustand so gestaltet werden soll,
daß sich die Verwendung von Steinen erübrigt. Müssen
sie aber zur Entfernung grober Überschüsse zur Anwendung
kommen, dann sollte auf jeden Fall eine Berührung
des Schmelzes nach Möglichkeit vermieden werden. Auch

darf eine Bearbeitung mit Steinen den Schleifvorgang nicht abschließen, da die entstandenen Furchen meist so tief sind, daß sie durch eine anschließende Politur, wenn überhaupt, dann nur unter großem Zeitaufwand beseitigt werden können. Die Abb.77 stellt das Ergebnis des Versuchs dar, eine mit einem Stein mittlerer Korngröße beschliffene Amalgamoberfläche durch eine direkt sich anschließende Politur fertig zu bearbeiten. Es ist nicht gelungen, die tiefen und unregelmäßigen Furchen vollständig zu beseitigen.

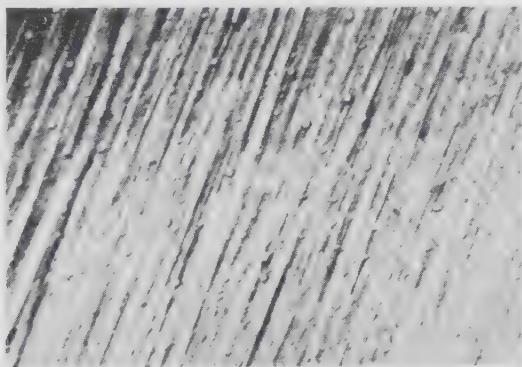


Abb.77 Amalgamprobe, bearbeitet mit Karborundstein mittlerer Korngröße, anschließend Politur.

Den schleifenden Steinen in ihrer Wirkung zuzuordnen sind die sogenannten Gummipolierer. Sie stellen ebenfalls Schleifkörper dar, bei denen das meist feine

Korn durch eine Gummimasse zusammengehalten wird. Der Ausdruck "Polierer" hat bei diesen Instrumenten nur bei unsachgemäßer Anwendung eine Berechtigung, wenn es nämlich durch dauerndes starkes Andrücken der Schleifer zu einer Druck- und Hitzeentwicklung gleichzeitig kommt. Dabei können an der Amalgamoberfläche Fließvorgänge auftreten, die bei der gleichzeitigen Einwirkung der schleifenden Körner die bearbeitete Oberfläche ungünstig beeinflussen. Dieser Umstand veranlaßt viele Autoren, die Gummischleifer ganz aus dem Instrumentarium für die Amalgambearbeitung zu streichen. Vom Standpunkt der mikroskopischen Oberflächenbetrachtung unserer Untersuchungen aus gesehen, läßt sich aber feststellen, daß die Gummischleifer, sachgemäß zur Anwendung gebracht, für die bearbeitete Amalgamoberfläche keine Nachteile bringt. Die verschiedenen Gummischleifer unterscheiden sich untereinander nur durch verschiedene Korngröße und entsprechende Tiefe der Schleifspuren. (Abb. 16 17, 18 19) Ihre Wirkung entspricht der von sehr feinen, gleichmäßig gekörnten Steinen.

Zur Erläuterung der nachteiligen Wirkung der Gummischleifer bei unsachgemäßer Anwendung wurde eine Amalgamfüllung unter extremer Hitzeentwicklung mit einem Gummischleifer bearbeitet. Das Oberflächenrelief der bearbeiteten Füllung ist in der Abb. 78 dargestellt. Offensichtlich ist es an der Oberfläche zu Fließvorgängen gekommen, die bearbeitete Fläche erscheint "verschmiert", das erweichte Material dann in diesem Zustand erstarrt. Inwieweit die Hitzeentwicklung daneben auch die Eigenschaften des Füllungsmaterials beeinträchtigt, soll nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung sein.

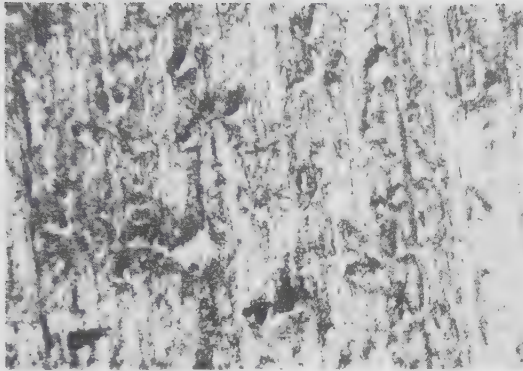


Abb.78 Amalgamprobe, unter extremer
Hitzeentwicklung mit blauem
Gummipolierer bearbeitet.

Eine weitere Art von Schleifkörpern stellen die verschiedenen Schmirgelinstrumente dar, die in Streifen- oder Scheibenform mit unterschiedlicher Größe des schleifenden Korns zur Anwendung kommen. Das Schleifkorn ist bei diesen Instrumenten in einer Schicht auf Papier oder Leinen aufgeklebt. Sie hinterlassen ebenfalls Furchen unterschiedlicher Tiefe und Breite, die bei den Schmirgelstreifen parallel verlaufen, bei den Scheiben mit ihrer rotierenden Einwirkung sich vielfach überschneiden. (Abb. 13, 14 und 15) Mit grobem Korn belegte Streifen und Scheiben sollten wie grobkörnige Steine bei der Amalgambearbeitung vermieden werden, da sie wie jene stark aufrauend und uneinheit-

lich schleifend wirken und Defekte der Füllungs- und Schmelzoberfläche bewirken. Für die Bearbeitung von Aproximalflächen sind aber oft belegte Streifen und Scheiben die einzigen anwendbaren Schleifkörper. Die verschiedenen Filzkörper und harten Bürsten können, obwohl sie auf der hochglanzpolierten Amalgamfläche vereinzelte Schleifspuren hinterlassen, nicht als Schleifkörper bezeichnet werden, da ihre Schleifwirkung allein viel zu gering ist und sie deshalb immer als Träger für Schleifmittel dienen.

Grundsätzlich anders als die aus schleifenden Kristallen zusammengesetzten Schleifkörper wirken die metallischen Schleifinstrumente. Fissurenbohrer, Finierer und Rosenbohrer besitzen rotierende Schneiden in unterschiedlicher Anordnung. Sie wirken schneidend, ihre Wirkungsweise geht aus den entsprechenden Reliefabdrücken hervor. (Abb.10, 11, 12) Rosenbohrer und scharfe Finierer verursachen je nach Größe unterschiedlich breite, flache Rinnen, Materialdefekte sind nicht zu beobachten. Zur Formgebung der Füllung und zur Beseitigung von Überschüssen sind diese Instrumente gut geeignet, weil sie die Oberfläche nicht aufreißen, sondern eher einebnend wirken. Außerdem lassen sich diese Instrumente wegen des geringen Umfanges des wirksamen Teiles übersichtlich anwenden und "schmieren" nicht. Stumpfe Finierer, wie sie z.B. von Grundy vorgeschlagen werden, ergeben vom mikroskopisch-optischen Gesichtspunkt her keine Vorteile gegenüber scharfen Instrumenten. Sie verursachen unregelmäßige Spuren und damit ein für die weitere Bearbeitung ungünstiges Oberflächenrelief. Neben schneidender Wirkung ist auch eine po-

lierende Wirkung festzustellen, die Materialverschiebung äußert sich in treppenförmigen Absätzen innerhalb der Schleifspuren.

Auch dem Fissurenbohrer, der ebenfalls für die Oberflächengestaltung der Amalgamfüllung zur Anwendung empfohlen wird, kommt eine schneidende Wirkung zu. Entsprechend der Unterteilung der Schneiden kommen aber auf der bearbeiteten Oberfläche neben kurzen, breiten auch schmale, lange Rinnen zustande, insgesamt ergibt sich ein uneinheitliches Oberflächenrelief, das die Anwendung von Fissurenbohrern als ungünstig erscheinen läßt. (Abb.10)

Der Besprechung der schleifenden Instrumente soll nun die der Schleifmittel folgen. Unter diesen sind natürliche oder künstlich hergestellte Kristalle zu verstehen, deren Härte größer als die des Amalgams ist und die deshalb auf der bearbeiteten Oberfläche Spuren hinterlassen. Sie werden im allgemeinen mit Hilfe von Filzkörpern oder Bürsten, die selbst keine oder nur geringe Schleifwirkung besitzen, aufgebracht und auf der Oberfläche bewegt. Um das Aufbringen zu erleichtern und die Verweildauer auf der zu bearbeitenden Fläche zu verlängern, werden die Schleifmittel meist in Wasser, Alkohol oder Glycerin aufgeschwemmt, oder sie werden von den Herstellern in Pasten eingearbeitet geliefert, die infolge ihrer Konsistenz eine lange Verweildauer garantieren. Von einer wesentlichen Bedeutung für die Verweildauer auf der Amalgamoberfläche ist auch die Wahl des Schleifmittelträgers. So halten Filzkör-

per auf Grund ihrer "verfilzten" Faserstruktur die Schleifmittel wesentlich länger am Ort der Einwirkung als die verschiedenen rotierenden Bürsten mit ihrer radiären Anordnung der Borsten.

Unter den Schleifmitteln wird am häufigsten Bimssteinmehl für die Amalgambearbeitung vorgeschlagen und zwar in einer Aufschwemmung in Wasser, Alkohol oder Glycerin. Als Schleifmittelträger kommen Filzkörper, Bürsten und Gummikelche in Frage. Bimssteinmehl, das aus gleichmäßig geseiebten Körnern von Siliziumoxyd und Aluminiumoxyd aus der natürlichen, schaumig erstarrten Lava besteht oder auch künstlich hergestellt werden kann, besitzt eine Härte von 5 - 6 nach Mohs und verursacht Schleifspuren unterschiedlicher Tiefe und Breite. Es werden aber keine starken Unregelmäßigkeiten erzeugt (Abb. 25 und 26), so daß nach der Bearbeitung eine recht einheitliche Oberfläche entsteht. Aus diesem Grunde ist Bimssteinmehl dazu geeignet, den Schleifvorgang an der Amalgamoberfläche abzuschließen.

Nur unwesentliche Vorteile gegenüber dem Bimssteinmehl, wenigstens bezüglich der Gestaltung des Oberflächenreliefs, scheint die "Degussa"-Vorschleifpaste zu haben, die in der Metalltechnik der Prothetik häufig zur Anwendung kommt und deren Wirkung hier im Zusammenhang mit der Amalgambearbeitung untersucht wurde. Die entstehenden Schleifspuren sind zwar feiner als die des Bimssteinmehls, weisen aber ebenfalls Unregelmäßigkeiten in Tiefe und Breite auf. (Abb. 27)

Korundpulver, als Kunstkorund mit einer Härte von 9 nach Mohs, steht in verschiedenen Korngrößen zur Verfügung, Es besitzt eine stark aufrauende Wirkung und hinterläßt eine grobkörnige, uneinheitliche Amalgamoberfläche. In Abb.24 ist die Wirkung einer mittleren Korngröße dargestellt.

Tripel, terra tripolitana, besteht aus abgelagerten Quarzpanzern von Diatomeen mit einer Mohs'schen Härte 6 ist sehr feinkörnig und besitzt nur eine äußerst geringe Schleifwirkung. Er ist deshalb zur Beseitigung von Überschüssen oder starker Unebenheiten nicht geeignet. (Abb.28) Auf die Bedeutung von Tripel als Poliermittel soll an anderer Stelle noch eingegangen werden.

Der sachgemäß durchgeführte Arbeitsgang des Beschleifens der Amalgamfüllung, dessen Aufgabe es ist, der Füllung ihre endgültige Form zu geben, die Füllungsgrenzen übersichtlich zu gestalten, Überschüsse zu entfernen und starke Unebenheiten zu beseitigen, schafft die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Politur der Füllung. Die geschliffene Amalgamoberfläche muß dafür eine gleichmäßige Struktur aufweisen, d.h. die Erhabenheiten dürfen nicht stärker ausgeprägt sein, als die Vertiefungen. Die geschliffene Fläche ist am günstigsten gestaltet, wenn alle stehengebliebenen Teile gerade ausreichen, um durch die sich anschließende Politur die benachbarten Vertiefungen auszufüllen.

(T.Jung 1960)

Grundsätzlich wurde über den Vorgang der Politur schon berichtet, es soll hier die Wirkung der einzelnen Poliermittel und Polierinstrumente besprochen werden. Weiche Bürsten, Wollräder, Leinen- oder Wattedolierer sind nur in Verbindung mit Poliermitteln als Polierinstrumente anzusehen. Sie hinterlassen auf der hochglanzpolierten Fläche keine Spuren und sind zu weich, um durch Druck und Hitzeentwicklung Fließvorgänge zu bewirken. Ohne Poliermittel wirksam ist der sogenannte Schlagpolierer. Der wirksame Teil besteht aus einer Stahlkugel, aus der im allgemeinen 5 Sektoren ausgeschnitten sind, so daß 6 breite Schneiden mit abgerundeten Kanten entstehen, die bei der Rotation des Instrumentes das bearbeitete Material tangential in rascher Schlagfolge treffen. Ob es bei dieser Wirkungsweise zu Fließvorgängen kommt, ist aus dem Reliefabdruck (Abb. 22) nicht zu entnehmen, der Schluß liegt aber nahe, weil offensichtlich ein Materialtransport an der Amalgamoberfläche stattfindet, der sich in der dachziegelartigen Struktur äußert. Daß dieser Materialtransport erhebliche Ausmaße annehmen kann und dazu geeignet ist, bestehende Randspalten zu verschließen, geht aus den Abb. 79 und 80 hervor. Ebenso gelingt es, oberflächliche Poren durch Bearbeitung mit dem Schlagpolierer zu verschließen. Die in Abb.81 dargestellte poröse Amalgamoberfläche wurde mit dem Schlagpolierer bearbeitet und anschließend bis zum Hochglanz poliert. Auf der Abb.82 sind sie lediglich noch als flache Vertiefungen zu erkennen.

Die dem Schlagpolierer zugeschriebene kondensierende Wirkung konnte durch rein oberflächenoptische Untersuchung nicht dargestellt werden.

Die Bearbeitung mit dem Schlagpolierer stellt keine vollständige Politur dar, da das Ziel einer solchen, eine ebene und kratzerfreie Fläche herzustellen, nicht erreicht wird. Vielmehr entstehen zahlreiche, wenn auch flache Unebenheiten und feine Schleifspuren.

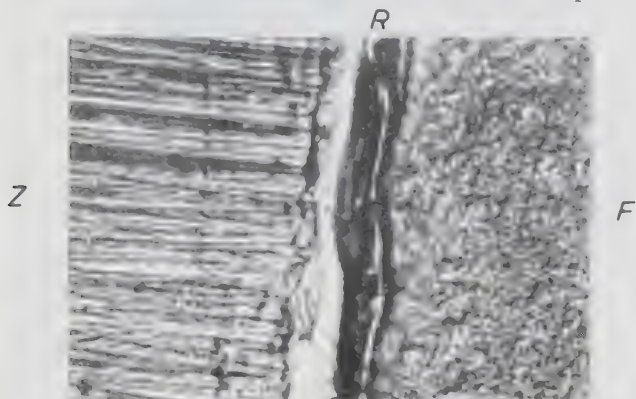


Abb.79 Amalgamfüllung mit breitem Randspalt, unbearbeitet.

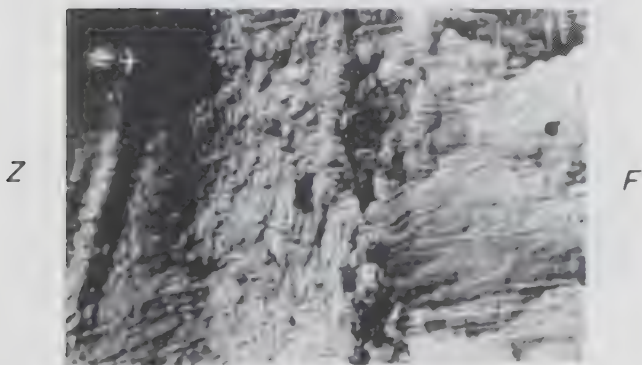


Abb.80 Amalgamfüllung^R der Abb.79, bearbeitet mit Schlagpolierer in Richtung von der Füllungsmitte zum Rand.

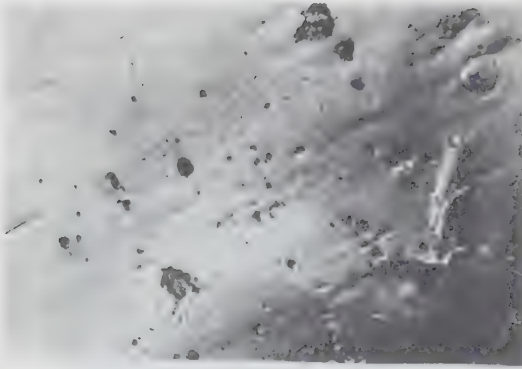


Abb.81 Amalgamprobe mit starker
oberflächlicher Porenbildung.

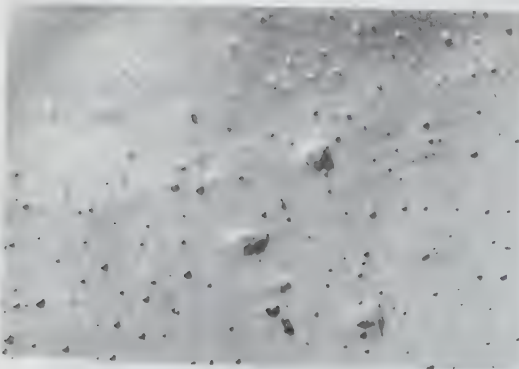


Abb.82 Amalgamprobe der Abb.81 nach
Bearbeitung mit Schlagpolierer
und Hochglanz. Die "Perlen"
stellen Kunstprodukte dar.

In ähnlicher Weise wie der Schlagpolierer wirkt der Kugelpolierer, eine einfache, glatte Stahlkugel. Auch ihre materialbewegende und kondensierende Wirkung konnte mit Hilfe des Oberflächenreliefabdrucks nicht eindeutig dargestellt werden, sie läßt sich lediglich aus der flachen Rinnenbildung ohne Schleifwirkung folgern. Als eine Endpolitur ist der Zustand nach der Bearbeitung nicht anzusehen, da die genannten flachen Unebenheiten und feine Kratzer zurückbleiben. (Abb. 23)

Die Poliermittel, die in der zahnärztlichen Praxis für die Metallbearbeitung zur Anwendung kommen, sind entweder Calciumverbindungen, wie die Natur- oder Schlämme oder Metalloxyde. Sie werden in einer Aufschwemmung in Wasser, Alkohol oder Glycerin auf die zu bearbeitende Amalgamoberfläche aufgebracht und mit Hilfe rotierender Bürsten, Leder- und Leinenpolierer oder Wattekegel auf der Oberfläche bewegt. Außerdem sind auch hier Poliermittel, die vom Hersteller in Pasten eingearbeitet wurden, im Handel erhältlich. Für die Erreichung einer kratzerfreien Politur muß die Härte der Poliermittelkristalle geringer sein, als die der zu polierenden Fläche, weil es nicht zu einem Eindringen in dieselbe und damit zu einer Schleifwirkung kommen darf. Die von uns durchgeführten Polierversuche haben gezeigt, daß Eisenoxyd, Zinnoxid, Aluminiumoxyd, Schlämme und die Spezialpaste "Prolypol" keine schleifenden Bestandteile besitzen und auf einer hochglanzpolierten Fläche keine Spuren hinterlassen. Sie sind als reine Poliermittel anzusehen. Im Gegensatz dazu verursachen Zinkoxyd, Tripel, die Polierpaste "Zp" und Zahnpasten feine Schleifspuren. (Abb. 37, 28, 34

und 32) Sie sind aber nicht als Schleifmittel zu betrachten, da ihre Schleifwirkung viel zu gering ist, sondern als Poliermittel mit schleifenden Bestandteilen, mit denen sich allerdings eine kratzerfreie Hochglanzpolitur nicht erzielen läßt. Wie bereits an anderer Stelle ausgeführt, stellt die Politur einen Vorgang dar, bei dem unter Druck- und Hitzeentwicklung durch die Poliermittel und Polierinstrumente an der bearbeiteten Metalloberfläche und eine Umordnung der oberflächlichen kristallinen Struktur zustande kommen. Nach Untersuchungen von T. Jung (1960) geht sogar der gesamte kristalline Charakter der bearbeiteten Oberfläche bei der Politur verloren, wobei die Moleküle wie in einer Flüssigkeit kreuz und quer schwingen, da sie durch die Reibungswärme in ganz dünner und örtlich begrenzter Schicht bis zum Schmelzpunkt erwärmt werden. Bei der anschließenden Erstarrung bleiben sie dann in der neu gewonnenen Lage und es kommt an der Oberfläche des betreffenden Werkstückes nicht zu einer Rekristallisation. (Weikart, P. 1950) Diese Autoren halten deshalb für die Politur Wärme für unbedingt erforderlich, da es ohne Wärmeentwicklung nicht zu den beschriebenen Schmelzvorgängen kommen kann. Es wird zur Erreichung der erforderlichen Temperaturen, die nach Jung örtlich bis zu $1\,000^{\circ}\text{C}$ betragen können deshalb die trockene Politur verlangt, bzw. das Aufbringen des Poliermittels in einer Aufschwemmung in Alkohol, der schnell verdampft und eine trockene Politur erlaubt. Dabei darf es natürlich nicht zu einer Erhitzung der gesamten Füllung kommen, da diese wiederum eine Rekristallisation der Amalgamoberfläche und damit ein Stumpfwerden zur Folge hätte. Daneben muß

natürlich eine Dauererhitzung der gesamten Füllung wegen der Gefahr einer Pulpenschädigung vermieden werden. Im Gegensatz zu Weikart und Jung empfehlen die meisten anderen Autoren ausdrücklich die feuchte, bzw. nasse Politur. Vielfach wird sogar empfohlen, die Politur unter ständiger Wasserberieselung durchzuführen, um jede Erwärmung des Amalgams, die grundsätzlich für schädlich gehalten wird, zu verhindern. Nach W. Skinner (1960) liegt die kritische Temperatur für das Amalgam bei 65°C , nach O. Loebich (1960) bei 80°C . Bei diesen Temperaturen kommt es nach den Untersuchungen dieser beiden Autoren zum Zerfall des Amalgams in quecksilberarmes Silberamalgam und freies Quecksilber und damit zu einer Erweichung und zum Stumpfwerden der Füllungsoberfläche. Unsere eigenen Untersuchungen zu diesem Thema können natürlich nur das optische Verhalten der Amalgamoberfläche unter dem Einfluß unterschiedlicher Druck- und Temperaturentwicklung darstellen. In der Abb.78 ist eine unter extremer Druck- und Hitzeentwicklung bearbeitete Amalgamprobe dargestellt. Makroskopisch ist die Amalgamoberfläche stumpf, mikroskopisch stellen sich zahlreiche Unebenheiten und eine körnige Struktur dar. Es ist bei diesem Versuch allerdings zu erwähnen, daß er unter extremen Bedingungen durchgeführt wurde, d.h. unter einer Druck- und Hitzeentwicklung, wie sie im Munde des Patienten nicht zu erreichen ist. In einem weiteren Versuch wurde der Unterschied zwischen einer nassen und einer trockenen Politur untersucht. Zwei Amalgamproben, die in gleicher Weise mit Bimssteinmehl geschliffen waren, wurden gleich lange Zeit mit

weicher Bürste und Schlammkreide bearbeitet, in einem Fall unter ständigem Nasshalten, im anderen Fall vollständig trocken. Das Ergebnis ist in den Abb.83 und 84 dargestellt. Es läßt sich feststellen, daß die trocken polierte Fläche eine nahezu vollständige Politur mit nur wenigen, flachen Schleifspuren aufweist, während die nass polierte Fläche noch nahezu alle Schleifspuren besitzt. Deutlich ist zu erkennen, daß die Schleifspuren bei der nassen Politur scharfgratig geblieben sind und die Vertiefungen keine Veränderung erfahren haben, während bei der trockenen Politur eine weitgehende Einebnung, d.h. eine Abtragung der Grate und eine Ausfüllung der Rinnen stattgefunden hat. Vom Standpunkt der rein optischen Oberflächenbetrachtung muß nach diesen Ergebnissen die trockene Politur befürwortet werden. Günstig erscheint die Aufschwemmung des Poliermittels in Alkohol oder auch die Verwendung von schnell trocknenden Pasten. Extrem hohe Temperaturen, besonders aber eine Erhitzung der gesamten Füllung sollte auf jeden Fall vermieden werden.

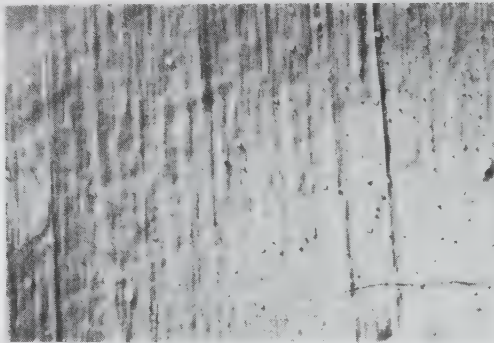


Abb.83 Amalgamprobe, geschliffen mit Filz und Bimssteinmehl, 3 Min. lang trocken poliert mit weicher Bürste und Schlammkreide-Alkohol.



Abb.84 Amalgamprobe, geschliffen mit Filz und Bimssteinmehl, 3 Min. lang nass poliert mit weicher Bürste und Schlämmkreide unter reichlichem Wasserzusatz.

Die Bearbeitung der approximalen Füllungsflächen stellt bei geschlossener Zahnreihe einen Vorgang dar, der wegen der unübersichtlichen Verhältnisse im Approximalraum besondere Maßnahmen erfordert und deshalb hier gesondert besprochen werden soll. Trotz der erheblichen Schwierigkeiten, die die Bearbeitung der Füllung in diesem Bereich bereitet, darf gerade auf eine exakte Glättung und Politur dieses Füllungsteiles nicht verzichtet werden, da hier der Fremdkörper Amalgam unmittelbar mit dem reaktionsfreudigen Gewebe des marginalen Parodonts in Kontakt tritt. Das Anlegen eines fest-sitzenden, glatten Matritzenbandes bei der Herstellung

einer in den Approximalraum reichenden Füllung ist nicht nur erforderlich, um eine ausreichende Kondensierung des plastischen Amalgams durchführen zu können, sondern bietet auch die Möglichkeit, eine ebene und glatte Füllungsoberfläche herzustellen. Der Reliefabdruck der Abb.85 stellt die ebene und nur geringe Rauigkeit aufweisende Oberfläche einer approximalen Amalgamfüllung dar, die mit Hilfe eines glatten Stahlmatritzenbandes hergestellt wurde.

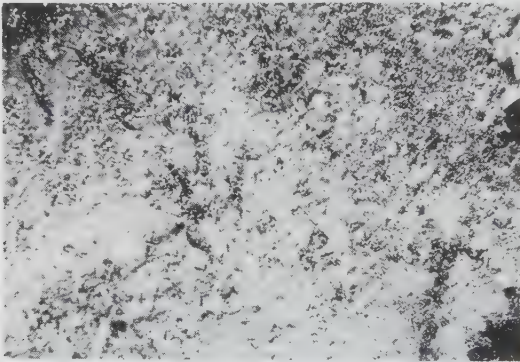


Abb.85 Approximale Füllungsfläche,
durch Anlegen eines glatten
Stahlmatritzenbandes herge-
stellt, unbearbeitet.

Eine Amalgamfläche mit dieser Oberflächenqualität kann dann ohne ein Beschleifen in kurzer Zeit durch eine Politur fertiggestellt werden. Die Abb.86 zeigt

die Amalgamoberfläche der Abb.85 nach Politur mit weicher Bürste und Schlämmkreide.



Abb.86 Amalgamfläche der Abb.85 nach Politur mit weicher Bürste und Schlämmkreide.

Wird bei der Herstellung der in den Approximalraum reichenden Füllung kein Matritzenband angelegt, dann ist zur Beseitigung der Unebenheiten und Überschüsse ein Beschleifen erforderlich, das dann meist mit Schmirgelstreifen- oder Scheiben vorgenommen wird, die entstehenden Schleifspuren sind dann durch eine sorgfältige und in diesem Falle zeitraubende Politur zu beseitigen.

Vom Standpunkt der mikroskopischen Oberflächenbetrachtung kann zusammenfassend gesagt werden, daß ein exakt angelegtes Matritzenband die günstigsten Voraussetzun-

gen für eine schnelle und vollständige Politur der approximalen Füllungsfläche ohne Schleifarbeit schafft und das Anlegen einer Matritze schon aus diesem Grunde eher eine Zeitersparnis als einen Zeitaufwand darstellt.

Es ist schwierig, eine kritische Betrachtung der Ergebnisse aus den Bearbeitungsversuchen, die nach den Angaben verschiedener Autoren angestellt wurden, vorzunehmen und der Aussagewert dieser Ergebnisse ist beschränkt. Viele Literaturangaben sind ungenau und von vielen Autoren werden lediglich Mittel und Instrumente zur Bearbeitung angegeben, aber keine Angaben über die Art des Vorgehens gemacht. Außerdem ist das Ergebnis der Bearbeitungsversuche an natürlichen Zähnen und im Munde des Patienten von Zufällen stark abhängig. Es sollen deshalb hier nur eindeutige Ergebnisse aus den Versuchen zur Besprechung kommen.

Mit Ausnahme von Bruhn und Witzel geben alle Autoren für den Zeitpunkt der Bearbeitung eine Mindestwartezeit von 24 Stunden an. Aus der mikroskopischen Oberflächenbetrachtung läßt sich zu diesen Angaben lediglich feststellen, daß es für die Zeit nach der Aushärtung des Amalgams keine sichtbaren Unterschiede in der Qualität der bearbeiteten Amalgamflächen gibt. Oberflächenbearbeitungen, die vor der Aushärtung des Amalgams vorgenommen wurden, ergaben nach der Aushärtung das Bild unbearbeiteter Amalgamoberflächen. Diese Feststellung stimmt mit den Untersuchungsergebnissen von Skinner überein. Das Aufbringen einer Zinnfolie während der Erstarrung des Amalgams nach dem Vorschlag von Witzel bringt lediglich den Vorteil einer etwas feinkörnige-

ren Oberfläche und daneben den Nachteil von Unebenheiten durch die Faltenbildung der Folie. Von diesem Gesichtspunkt aus gesehen erscheint auch der Vorschlag von Grundy, die Bearbeitung der Füllung sofort mit einer sorgfältigen Glättung zu beginnen, so lange das Material noch plastisch ist, nur insofern sinnvoll, als dadurch eine Beseitigung grober Überschüsse und eine nachträgliche Formgebung der Füllung überflüssig wird. Auf den Erfolg der Politur dürfte diese Maßnahme keinen Einfluß haben.

Als eine weitere eindeutige Tatsache ist festzustellen, daß eine Bearbeitungsrichtung von der Zahnoberfläche zur Füllungsoberfläche hin für die Randgestaltung der Amalgamfüllung ungünstig ist, da es bei dieser Bearbeitungsrichtung leicht zur Spaltbildung und bei Verwendung von Schlagpolierern auch zum Abbrechen von Schmelzteilen vom Kavitätenrand kommen kann. (Abb. 57, 72 und 73)

Eine unvollständige Politur ergab sich in all den Fällen, in denen versucht wurde, tiefe Schleifspuren direkt durch Poliermittel- und Instrumente zu beseitigen. Die feinkörnigen und weichen Poliermittel sind nicht oder nur unter großem Zeitaufwand in der Lage, tiefe Schleifspuren auszugleichen. Eine unvollständige Politur war ferner zu beobachten, wenn am Ende der Bearbeitung Schlag- oder Kugelpolierer standen, wobei neben den Unebenheiten auch Kratzer durch die nie ganz glatten Oberflächen dieser Instrumente entstanden. Die Ablehnung der Verwendung von Schlagpolierern durch

H. Greth (1938) mit der Begründung, daß sich Amalgam nicht ziehen läßt und bei der Bearbeitung Füllungs-
teile abgeschlagen werden, kann vom Gesichtspunkt
unserer Untersuchungen her nicht unterstützt werden.
Zwar läßt sich Amalgam wegen seiner geringen Zähigkeit
tatsächlich nicht ziehen, wie etwa Feingold, wie be-
reits ausgeführt, kommt aber durch oberflächliche
Schmelz- und Fließvorgänge doch eine Materialver-
schiebung zustande. Es konnte nicht beobachtet wer-
den, daß bei einer Bearbeitungsrichtung zum Füllungs-
rand hin Füllungs- oder Schmelzteile abgeschlagen wer-
den. Die Unebenheiten, die durch die Anwendung von
Schlag- oder Kugelpolierer entstehen, können durch an-
schließende Politur nicht vollständig beseitigt wer-
den. Es bleiben nach der Endpolitur polierte, flache
Unebenheiten, die für die Füllungstherapie aber sicher
keine Bedeutung haben, da sie keine Retentionsstellen
darstellen. Über die Gestaltung des Füllungsrandes und
über die Beeinflussung der meist in der frischen Amal-
gamfüllung vorhandenen oberflächlichen Poren sind die
Ergebnisse der Bearbeitungsversuche nicht eindeutig.
Es läßt sich lediglich feststellen, daß eine Bear-
beitungsrichtung von der Zahnoberfläche zur Füllungs-
oberfläche hin, wie sie von Rebel vorgeschlagen wurde,
bei der frischen Füllung zur Bildung eines Randspal-
tes und bei der ausgehärteten Füllung zum Abbrechen von
Schmelzteilen vom Kavitätenrand führen kann.

Zusammenfassung.

Mit Hilfe der Mikroreliefabdruckmethode wurden die Wirkung der verschiedenen, im Praxisgebrauch befindlichen Instrumente und Mittel für die Oberflächenbearbeitung von Amalgamfüllungen auf der Oberfläche von genormten Amalgamproben und die Wirkung von Oberflächenbearbeitungsmethoden, wie sie von verschiedenen Autoren der internationalen Fachliteratur vorgeschlagen werden, sowohl unter Ithantombedingungen an extrahierten Zähnen, als auch unter klinischen Bedingungen im Munde des Patienten mikroskopisch untersucht und photographisch dargestellt.

Dabei konnte festgestellt werden, daß die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Oberflächenbearbeitung der Amalgamfüllung die richtige Zusammensetzung der Legierungsbestandteile und eine ausreichende Kondensierung des plastischen Materials sind. Die Entfernung des Quecksilberüberschusses aus der Oberfläche der frischen Füllung ist notwendig, um eine vollständige Politur zu ermöglichen. Eine feuchte Behandlung der plastischen Amalgamoberfläche verursacht oberflächliche Poren. Eine Bearbeitung der plastischen Füllung vom Kavitätenrand zum Füllungszentrum hin bringt die Gefahr der Spaltbildung am Füllungsrand. Eine Oberflächenbearbeitung der noch nicht ausgehärteten Amalgamfüllung führt zu keiner Veränderung der Oberflächenstruktur im Sinne einer Politur.

Schleifsteine, besonders grobkörnige, sowie grobkörnige Schmirgelscheiben- und Streifen verursachen Defekte der Zahnoberfläche und der Füllungsoberfläche. Eine sichtbare Erweichung und ungünstige Beeinflussung der Amalgamoberfläche durch die Verwendung von sogenannten Gummipolierern läßt sich nur bei extremer Hitzeentwicklung durch starkes und dauerndes Andrücken dieser Instrumente beobachten.

Rosenbohrer, Fissurenbohrer und Finierer wirken schneidend und bewirken keine sichtbaren Defekte der Amalgamoberfläche.

Unter den Schleifmitteln wird durch Bimssteinmehl und durch die "Degussa-Vorschleifpaste" ein einheitliches Schliffbild erzeugt, durch Korundpulver dagegen nicht. Tripel besitzt nur äußerst geringe Schleifwirkung.

Schlagpolierer und Kugelpolierer hinterlassen eine unebene und unvollständig polierte Oberfläche. Es scheint möglich zu sein, bestehende Randspalten und oberflächliche Amalgamporen durch die Verwendung des Kugelpolierers günstig zu beeinflussen. Eine nachteilige Wirkung des Schlagpolierers auf den Füllungsrand ließ sich nicht beobachten.

Von den Poliermitteln bewirken Schlämmkreide, Eisenoxyd, Aluminiumoxyd, Zinnoxid und die "Prolypol"-Paste (D&Z) eine kratzerfreie Hochglanzpolitur, während Tripel, Zinkoxyd, die "Zp"-Paste und Zahnpasten schlei-

fende Bestandteile enthalten und eine unvollständige Politur bewirken.

Eine trockene Endbearbeitung der Amalgamoberfläche bewirkt in kürzerer Zeit eine vollständigere Politur als eine nasse Bearbeitung. Eine Überhitzung jedoch läßt keine Politur zu.

Durch Anlegen eines glatten Matritzenbandes läßt sich interdental eine ebene und einheitlich strukturierte Füllungs Oberfläche erzielen, die schnell und einfach zu polieren ist.

Eine vollständige Politur läßt sich am besten erreichen, wenn die Reihenfolge der einwirkenden Mittel und Instrumente so gewählt ist, daß jeweils die Spuren der vorausgegangenen durch die nachfolgenden vollständig beseitigt werden. Der Schleif- und Poliervorgang müssen getrennt vorgenommen und die Schleif- und Poliermittel getrennt zur Anwendung gebracht werden. Das Ergebnis des Schleifens ist im günstigsten Fall eine Fläche mit einer einheitlichen Struktur ohne wesentliche Unebenheiten, die Summe der Erhabenheiten entspricht im günstigsten Fall der Summe der Vertiefungen, so daß bei der Politur, bei der kein Material mehr beseitigt, sondern nur noch verschoben wird, eine Ebene entsteht. Die Endpolitur stellt im günstigsten Fall eine ebene, kratzerfreie Fläche mit nur geringgradigen Porositäten dar.

Literaturverzeichnis

- Baume, L.J.: Konservierende Zahnheilkunde in amerikanischer Sicht. Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift, 10, 713 (1955)
- Bruhn, K.: Amalgambereitung- und Verarbeitung. Zahnärztliche Rundschau, 71-74 (1953)
- Cohnert, A.: Kritische Betrachtung und Bewertung von 10 000 Amalgamfüllungen. Medizinische Dissertation, Göttingen (1954)
- Detto, G. und Sponholz, H.: Die Bedeutung der Zusammensetzung und Verarbeitung des Silberamalgams in der zahnärztlichen Praxis. Zahnärztliche Welt/Reform II/57, 12, 315 (1956)
- Eifinger, F.: Die Replika-Technik und ihre Anwendung in der Mundhöhle. Schweizerische Monatsschrift für Zahnheilkunde 73, 563-577 (1963)
- Eifinger, F.: Lichtmikroskopische Untersuchungen zur Politur plastischer Füllungsmaterialien. Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift 6, 561-574 (1964)
- Falck, K. und Weikart, P.: Amalgam. Werkstoffkunde für Zahnärzte, München 1959.
- Flaschentreher, M.H.: Die Indikation der verschiedenen Füllungsmaterialien und ihre Verarbeitung. Zahnärztliche Welt/Reform 18, 515-516 (1957)
- Geyer, C.F.: Die Amalgamfüllung. Zahnärztliche Rundschau 9/10, 155 (1951)

- Greth, H.: Die Amalgamfüllung. Deutsche Zahnärztliche Wochenschrift, 515 (1938)
- Grundy, J.R.: The Effect of Abrasion Agents on an Amalgam Surface. Dental Practitioner 9, 202 (1959)
- Helbig, K.: Die Kondensationspolitur der Amalgamfüllung. Deutsches Zahnärzteblatt 18, 626 (1958)
- Helbig, K.: Bemerkungen zu den Grundregeln für das Füllen der Zähne nach A. Witzel. Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift 14, 840 (1959)
- Heuser, H.: Zur Frage der Struktur der Schmelz-Dentingrenze im Mikroreliefbild. Stoma 1, 3 (1956)
- Heuser, H.: Oberflächenmikroskopische Untersuchungen über den Randschluß von Füllungen. Stoma 1, 5-9 (1948)
- Hollenback, G.: The Condensation of Amalgam. Journal of American Dentist Art 6, 807-815 (1958)
- Jung, T.: Schleif- und Poliermittel. Leitfaden der Zahnärztlichen Werkstoffe und ihrer Verarbeitung von K. Eichner, 304-310 (1960)
- Kantorowicz, G.F.: Finishing Amalgam Restorations. Dental Practitioner, 8, 61-69 (1957)
- Kilpatrick, H.G.: Elimination of Factors affecting the Finishing of Amalgam Restorations. Dental Digest 57, 401 (1952)
- Köhler, J.A.: Zahnärztliche Chirurgie I, 232, Heidelberg 1959.

- Kornfeld, B.: Restoration of tooth atstructure in posterior teeth with silver amalgam. Fortschritte der Zahnheilkunde 8/II, 481-482, Leipzig 1932.
- Lichtenberg, H.: Die approximale Amalgamfüllung. Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift 13, 693-705 (1950)
- Loebich, O.: Amalgam. Leitfaden der zahnärztlichen Werkstoffe und ihrer Verarbeitung von K. Eichner, 273-282 (1960)
- Miller, C.: Amalgam und die Mängel bei seiner Verarbeitung. Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift 13, 400 (1959)
- Pantke, H.: Die Replika-Technik. Stoma 9, 2, 86-91 (1956)
- Raether, H.: Über das Polieren von Edelmetallen. De-gussa-Brief 18 (1953)
- Rebel, H.H.: Füllungsamalgame. Konservierende Zahnheilkunde, 132-166, München 1947.
- Riethe, P.: Veränderungen der Oberflächenstruktur der attached gingiva bei jungen und alten Menschen. Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift 20, 1028-1034 (1965)
- Romner, A.F.: Amalgamfüllungen. Quintessenz 4, Referat 427 (1954)
- Rubinstein, J.: Die Korrosion der unpolierten und polierten Amalgamfüllung. Schweizerische Monatsschrift für Zahnheilkunde 73, 647-654 (1963)
- Sauerwein, E.: Die abschließende Bearbeitung der Füllungsoberfläche. Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde in Vorträgen 13, 150 (1953)

Skinner, W. u. Phillips, R.W.: The Science of Dental Material, 352-411, Philadelphia und London 1960.

Sweeny, J.F.: Manipulation of Amalgam to prevent excessive distortion and corrosion. Journal of American Dentist Art. 31, 375-380 (1944).

Vendrine, J., Frank, R. und Perret, J.J.: Les surfaces gingivales saines examinees par la technique repliques ombrees. Schweizerische Monatsschrift für Zahnheilkunde, 438 (1954).

Walkhoff, O. und Hess, W.: Die Verarbeitung der Amalgame. Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde, 111-119, Leipzig 1960.

Wannenmacher, E.: Schleif- und Poliermittel. Fortschritte der Zahnheilkunde 7/I, 891-895, Leipzig 1931.

Wolf, J.: Plastische Histologie der Zahngewebe. Deutsche Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde 7, 265 (1940).

Meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor
Dr.Dr.P.Riethe möchte ich für die Über-
lassung des Themas, das freundliche In-
teresse am Fortgang der Arbeit und für
die jederzeit bereitwillig gewährte Hilfe
meinen herzlichen Dank aussprechen.

Lebenslauf.

Am 21. April 1939 wurde ich, Jochen Bauer, als Sohn des Kaufmanns Artur Bauer und seiner Ehefrau Eugenie Bauer, geb. Hocke in Stuttgart geboren. Nach der Übersiedelung meiner Familie nach Kaiserslautern im Jahre 1943 besuchte ich von 1945 bis 1949 vier Klassen der Volksschule Einsiedlerhof und von 1949 bis 1958 neun Klassen des Staatlichen Altsprachlichen Gymnasiums. Am 3. März 1958 legte ich die Reifeprüfung ab und begann mein Studium im Sommersemester desselben Jahres an der Universität Bonn mit der Fachrichtung Biologie. Das Studium der Zahnheilkunde begann ich im Sommersemester 1959 an der Universität Tübingen, wo ich die Zahnärztliche Vorprüfung am 17. Oktober 1962 bestand. Nach zwei Semestern an den Universitäten Heidelberg und Freiburg setzte ich mein Studium im Wintersemester 1963 an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz fort und legte vor dem Prüfungsausschuß dieser Universität am 29. August 1965 die Zahnärztliche Prüfung ab.

Seit September 1965 bin ich als Zahnarzt in Kaiserslautern tätig.

